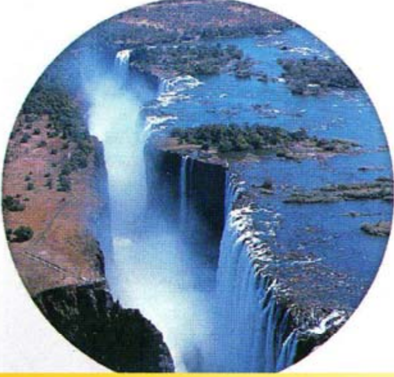
LAROUSSE



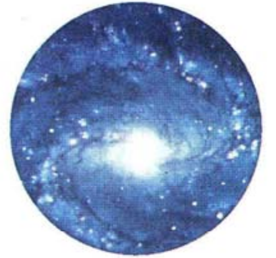
موسوعة القرن العلميّة للناشئة





الكون والأرض









الدار المتوسطية للنشر
MEDITERRANEAN PUBLISHER

LAROUSSE

موسوعة القرن العلميّة للناشئة

الكون والأرض



الإشـراف العلـمي : فــرج عـوني

مـديـر النشـر : عـماد العـزّالي

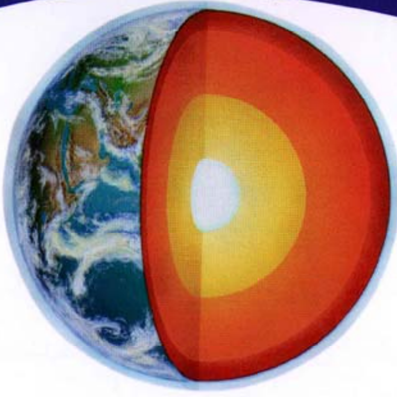
الترقـيم الدولـي للكـتاب : 978-9938-806-41-0

الدار المتوسطية للنشر
MEDITERRANEAN PUBLISHER
تونس- بيروت

الطبعة الأولي :
2010 م – 1431 هـ

الدار المتوسطية للنشر

الدار المتوسطية للنشر – تونس
5 شارع شطرانة برج الوزير 2073 أريانة – تونس
الهاتف : 880 698 70 216 00 – الفاكس : 633 698 70 216 00
البريد الإلكتروني : medi . publishers@gnet . tn





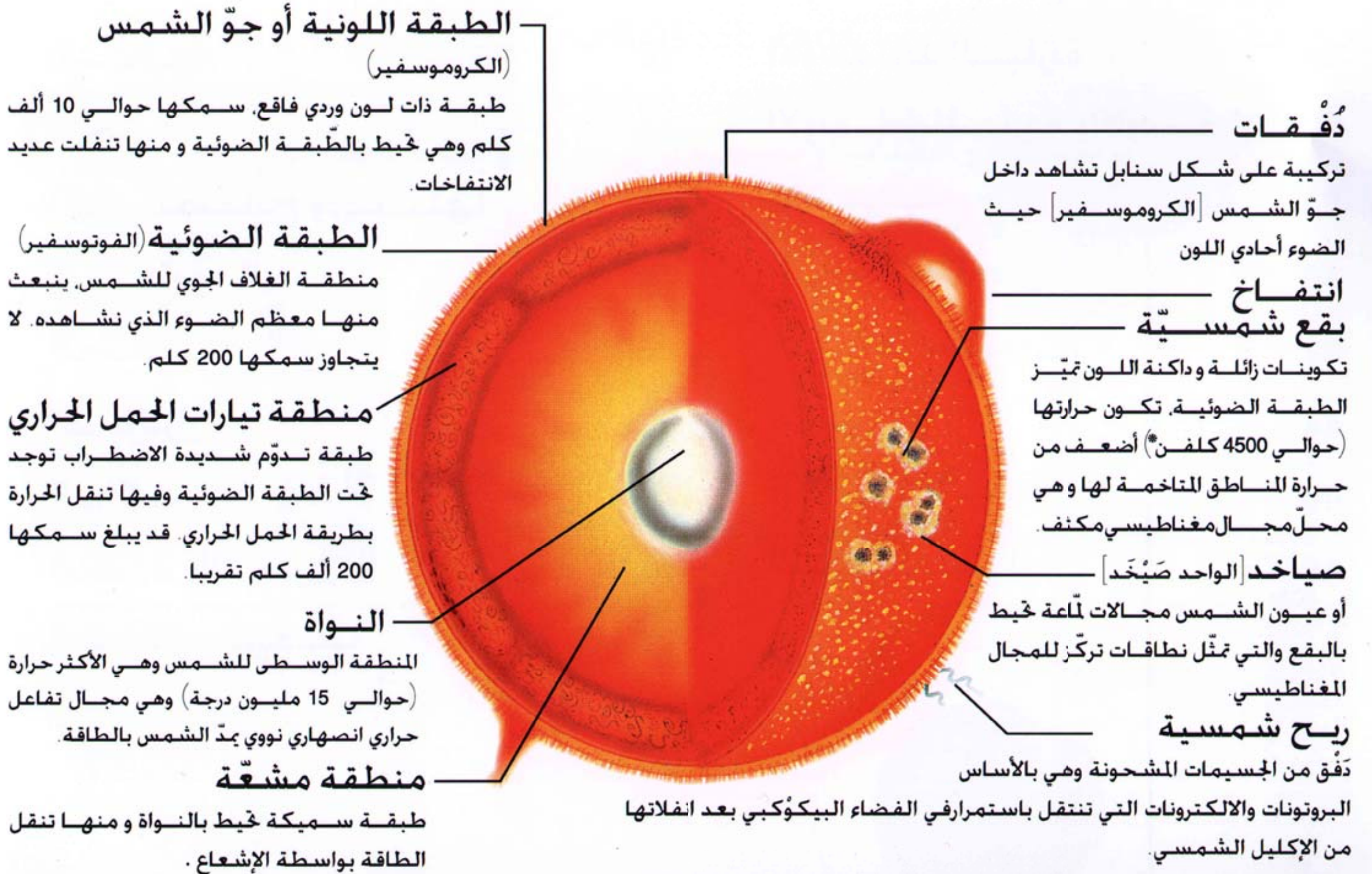
الفهرس التوجيهي



النظام الشمسي

يتكون النظام الشمسي من نجم هو الشمس و من مجموعة من الأجرام السماوية منها بالخصوص الكواكب التي تدور حول الشمس و عددها ثمانية (انظر ص 6 و 7) تسير الكواكب في قرص يبلغ شعاعه 4,5 مليارات من الكيلومترات و هي المسافة التي يقطعها الضوء في 4 ساعات تقريبا كما يُعتقد أنه توجد تجمّعات ضخمة للمذنّبات و ذلك على مسافة تتراوح بين سنة و نصف سنة ضوئية.

يبلغ شعاع الشمس حوالي 696000 كلم. أما كتلتها تبلغ $2x10^{30}$ كلغ أي ما يقارب 333 ألف مرة كتلة الأرض. و هي تتكوّن أساسا من الهيدروجين(73 %) و الهليوم (25%) و مكوّنات أخرى كالأكسجين و الكربون و الحديد و لكن بكمّيات ضئيلة. و تشعّ الشمس بقدرة تبلغ حوالي 10^{26} x 4 واط. و هو ما يوافق تحويل 600 مليون طن من الهيدروجين إلى الهليوم في الثانية الواحدة.



تركيبة الشمس



1. من المحتمل أن يكون النظام الشمسي قد نجم عن قطعة سحاب ضخم من الغاز و الغبار البينجمي.
2. لأسباب لم تعرف إلى الآن و ربما إثر انفجار نجم متجدد جبّار مجاور، تبدأ الغيمة في الانهيار نحو مركزها، فيتقلّص حجمها.
3. تحت تأثير انكماشه الثقالي يأخذ السّديم شيئا فشيئا شكل قرص مسطّح في حالة دوران حيث يتزايد الضغط و الحرارة و الكثافة من الحافّة إلى المركز.
4. منذ 4,6 مليارات سنة تكثّفت الشمس وسط السديم حيث الحرارة أشد و الكثافة أرفع.
5. إثر "إشعال" التفاعلات النووية في صلب الشمس انخفض سطوعها و تبرّد قرص المادة المحيطة بها. وتصلّب محيطها الغازي في شكل حبّات متكوّنة، قرب الشمس، من عناصر مقاومة للحرارة ثم على مسافات أبعد من ذلك من جليد بأحجام مختلفة.
6. تولد الحبات، بتجميع أو تكتّل تدريجي للمادة، و بفعل تصادماتها المتبادلة، كويكبات صغيرة ذات الأبعاد الكيلومترية.
7. تنتهي عمليّة التجميع أو التكتيل التصادمي إلى تكوين نَوَيَات كوكبية طول قطر الواحدة منها قرابة 1000 كيلومتر.
8. تُنهي النَّوَيَات الكوكبية نموّها بفعل تجاذباتها الثقالية المتبادلة فتنشأ الكواكب. و امتدّت عملية تكوّن الكواكب على مدى قرابة 100 مليون سنة.
9. بعد ما يزيد عن 5 مليارات سنة تكون الشمس قد أتت على كل مخزونها من الهيدروجين لذلك ستتغير بنيتها إذ بانكماش وسطها سيصبح حجمها أكبر وستنخفض حرارة سطحها.
10. عندما تتعدى حرارة منطقتها الوسطى 100 مليون درجة فإن الشمس تبدأ بحرق ما لها من هليوم، و تصبح عندئذ نجمًا عملاقًا أحمرَ يبلغ قطره 50 مرة قطرها الحالي، أما الأرض فتتحول إلى سعير.
11. تعرف الشمس مرحلة جديدة من التقلب و تبدّلات قطرها لما يصبح وسطها متكونا من مواد انصهار الهليوم : الكربون و الأكسجين.
12. عندما تكون الشمس قد استهلكت كامل مخزوناتها من المحروقات النووية فإنّها تقوم بقذف غلافها بقوة هائلة. و سيولّد هذا الغلاف الغازي أثناء التوسّع و الانتشار سديما كوكبيّا.
13. تنهار النواة المتبقية من الشمس لتكون نجما صغيرا : القزم الأبيض. تكون كثافة هذا القزم الأبيض مرتفعة، أما حجمه فيقارب حجم الأرض و حرارة سطحه تبلغ حوالي 10 آلاف كلفن.
14. يتناقص إشعاع القزم الأبيض فيتحوّل إلى قزم أسود شديد البرودة و غير قابل للمشاهدة.

معجم المصطلحات العلميّة

عربي	إنجليزي	فرنسي	عربي	إنجليزي	فرنسي
إكليل شمسي	Solar corona	Couronne solaire	(نجم) قزم أبيض	White dwarf (star)	(étoile) naine blanche
ثقالة	Gravitation	Gravitation	(نجم) قزم أسود	Black dwarf (star)	(étoile) naine noire
جسيم	Particle	Particule	(نجم) متجدّد جبّار	Supper nova	Super - nova
سديم	Nebula	Nébuleuse	انصهار نووي	Nuclear fusion	Fusion nucléaire



مذنب هابل بوب

شوهد هذا المذنب خلال ربيع 1997 إن النشاط المتميز لهذا المذنب مكّن من القيام بعدة اكتشافات تتعلق بطبيعة وأصل وسير المذنبات. يتوقع عودة ظهور هذا المذنب بعد 2400 سنة



فوهة النيزك

أكبر فوهة نيزكية معروفة على سطح الأرض هي فوهة النيزك بأريزونا وقد تم اكتشافها سنة 1891 يبلغ قطرها 1200 م وعمقها 180 م يبدو أنها حفرت منذ حوالي 550 ألف سنة



الإكليل الشمسي

منطقة خارجية للغلاف الجوي الشمسي وهي تمتد على مدى عديد الملايين من الكيلومترات داخل النطاق البيكوكبي

* K(كلفن): هو رمز الوحدة الأساسيّة لدرجة الحرارة في النظام العالمي. والعلاقة بين مقياس درجات الحرارة المئويّة ومقياس كلفن هي : 273,16K = 0°C]
ونقول : يذوب الجليد في درجة حرارة 273,16K أي ما يساوي 0°C.
و يغلي الماء النقي في درجة حرارة 373,16K (أي ما يساوي 100°C)

الكــواكــب

باســتثناء الشـمس يشتمل النظام الشـمسـي على ثمانية كواكب* رئيسية مرتبة من الأقرب إلى الأبعد عن الشـمس وهـي عُطارد ، الزُّهَرَة ، الأرض ، المريخ ، المشـتري، زحل، أورانوس، نبتون .
و يمكن أن نوزّع هذه الكواكب على مجموعتين : قريبة من الشـمس و هي الكواكب الأرضية لأنّ لها قشرة صُلبة كالأرض : عطارد، الزهرة ، الأرض و المريخ، و بعيدة عن الشـمس و هي الكواكب العملاقة نظرا لضخامة حجمها : المشـتري، زحل، أورانوس و نبتون . رغم تنوعها الشديد تشترك الكواكب في عدة خصائص و هو ما يوافق في الحقيقة أصولها المشـتركة إذ هي تسـير في نفس الاتجاه وفي مدارات شبه دائرية حول الشـمس (إلا بالنسبة لعطارد) و مستويات مساراتها متقاربة.

عطــارد : المسافة التي تفصلها عن الشـمس: 57900000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 88 يوما .

الزُّهَرَة : المسافة التي تفصلها عن الشمس: 108000000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 225 يوما .

الأرض : المسافة التي تفصلها عن الشمس: 149600000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: 365 يوما .

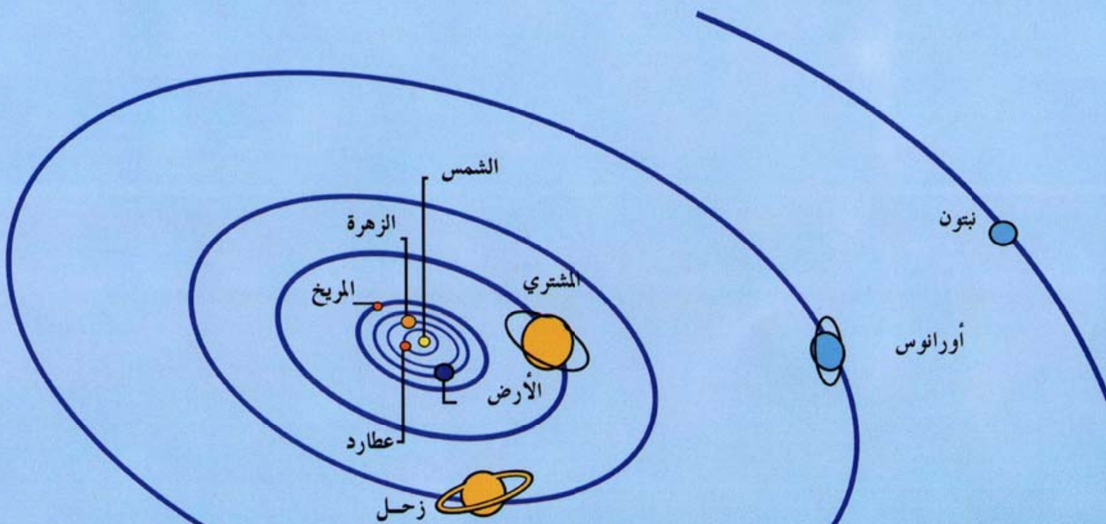
المريخ : المسافة التي تفصلها عن الشـمس: 228000000 كلم، المدّة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 687 يوما .

المشـتري: المسافة التي تفصلها عن الشـمس: 778400000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 11,8 سنة .

زحــل: المسافة التي تفصلها عن الشـمس: 1427000000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 29,5 سنة .

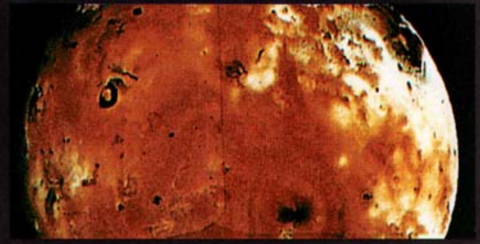
أورانوس: المسافة التي تفصلها عن الشـمس: 2869500000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 84 سنة .

نبتــون : المسافة التي تفصلها عن الشـمس : 4497000000 كلم، المدة اللازمة للقيام بدورة كاملة حول الشـمس: حوالي 164,8 سنة .



كــواكب النظام الشـمسـي

*لـم يعد يعتبر بلوتـو(ن) كوكبا منذ تاريخ 24 أوت 2006 لعدم اسـتجابته لمعايير الكوكب المحدّدة من قبل الاتحاد العام الدولي لعلم الفلك.



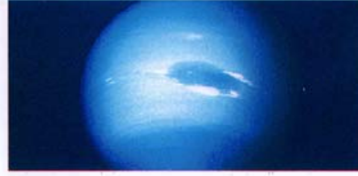
المشتري

عالم عملاق من الهيدروجين والهليوم في حالة دوران سريع : تضاهي كتلة المشتري 300 مرة كتلة الأرض .



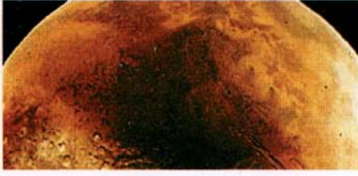
الزُّهَرَة

الأخت التوأم للأرض وقد أصبحت بمثابة جحيم من جراء سمك غلافها المشحون بثاني أكسيد الكربون وقربها من الشمس .



نبتون

أبعد كوكب عملاق قد تم اكتشافه حسابيا سنة 1846 ثم تم التحليق حوله سنة 1989 بواسطة مسبار فضائي .



المريخ

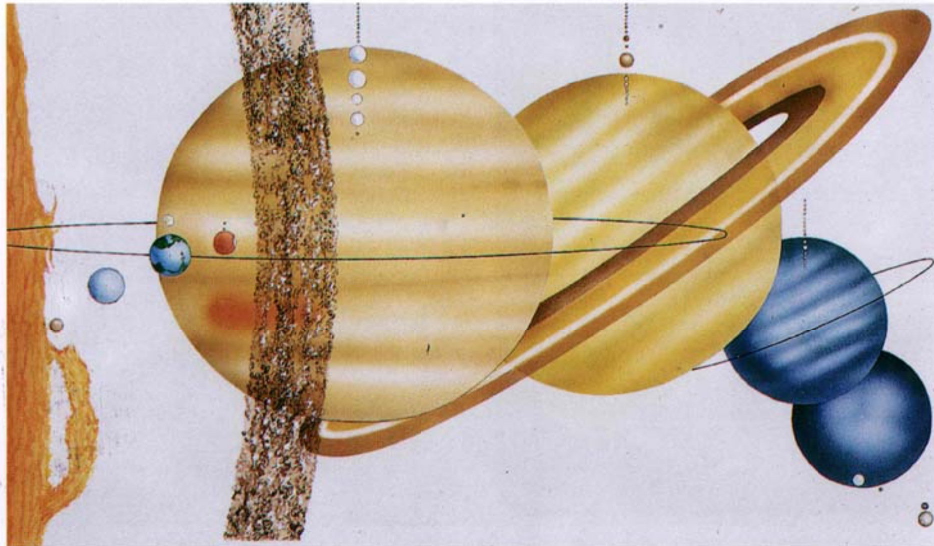
الكوكب الأحمر . وقد كان قديما مجال نشاط بركاني شديد و يتوقع أن المياه قد سالت على سطحه وسيذهب الإنسان لاستكشاف هذا الكوكب .



زحل

كوكب عملاق يحيط به شريط من الفتاتات الجامدة تكون بينها نظام حلقات مُبْهِرٍ .

مقارنة بين أحجام الكواكب : رسمت كواكب النظام الشمسي كلها حسب نفس المقياس وكذلك الشأن بالنسبة لأقمارها، إلا الصغيرة منها لم يراع فيها ذلك. فانطلاقا من الشمس التي لا يظهر منها في الرسم أسفله إلا بعض الشيء توجد الكواكب التالية: عطارد (قطرها حوالي 4880 كلم) فالزُّهَرَة (حوالي 12100 كلم) فالأرض (حوالي 12700 كلم) وقمرها. فالمريخ (حوالي 6800 كلم) وقمراها الصغيران. فالمشتري (حوالي 140000 كلم) وأقماره السبعة عشر. فزحل (حوالي 120000 كلم) الذي يدور حوله اثنان وعشرون قمرا. فأورانوس (حوالي 51000 كلم) الذي يدور حوله واحد وعشرون قمرا. فنبتون (حوالي 49000 كلم) وأقماره الثمانية.



الأقمار الطّبيعيّة

تم التعرف إلى حدّ اليوم على 71 من الأقمار الطبيعية التابعة لكواكب النظام الشمسي الثمانية: واحد يدور حول الأرض و هو القمر و اثنان حول المريخ و17 حول المشتري و 22 حول زحل و 21 حول أورانوس و 8 حول نبتون.

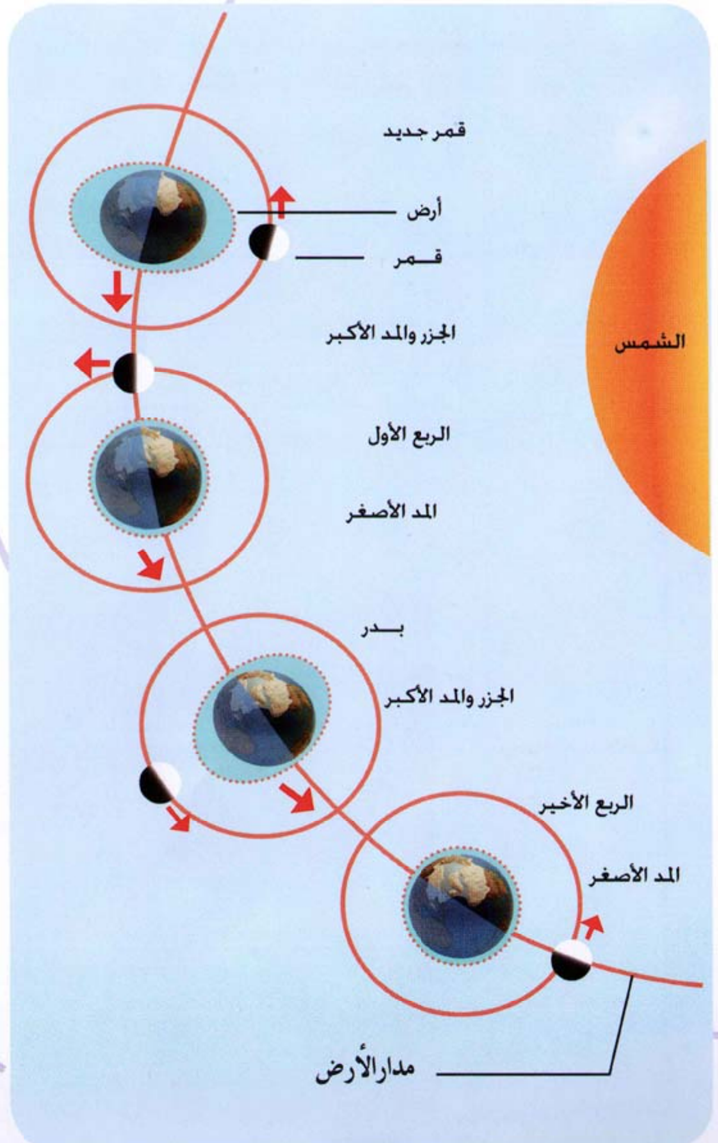
و أكبر الأقمار هو غانيماد إذ يبلغ قطره 5276 كلم وهو يدور حول المشتري أما أصاغرالأقمار فهي عبارة عن صخور لا يتجاوز قطرها 10 كلم . أقرب الأقمار إلى الكوكب الأم هو فوبوس الذي يدور على مسافة 9380 كلم من المريخ ، و أبعدها هو قمر سينوب وهو يسيرعلى مسافة 23725000 كلم من المشتري .

عموما تعتبر الأقمار أصغر بكثير من الكواكب التي تدور حولها باستثناء الأرض و القمر.

ظاهرة المد و الجزر

يتغيّر شكل سطح المحيطات نتيجة الجاذبيّة التي تسلطها عليه الأرض، والقمر، والشمس تزامنيّا (اي في آن واحد) فيُبْدِي انتفاخا يتنقّل باتباعه اتجاه القمر. ويفسّر وُجود انتِفَاخ ثان على النقيض من الذي يتّبع القمر (أي في الجهة المعاكسة للّذي يتّبع القمر) بفعْل قوّة الثَّقَالَةِ (عمليًّا الجاذبية) التي يسلّطها القمر، والتي تتناقص كلما كبُرَتْ المسافة. وهي على الوجه الأرضي المواجه للقمر أكبر من على الوجه المعاكس له.

إذن، يكافِئُ (أي يُعَادِلُ) هذا الاختلاف في الجاذبيّة بالنسبة لوجه الأرض المعاكس للقمر تنافرا. ويلعب تأثير الشمس دور المُعَدِّل لمدى المدّ والجزر أثناء الدورة القمريّة.

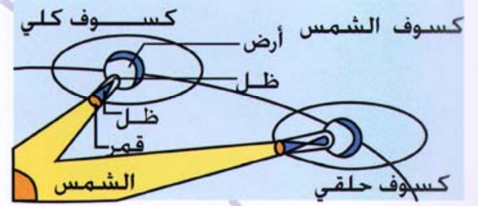


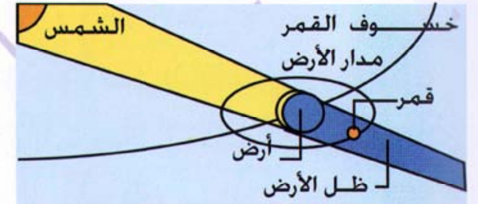


الوجه المرئي للقمر

الكسوف و الخسوف

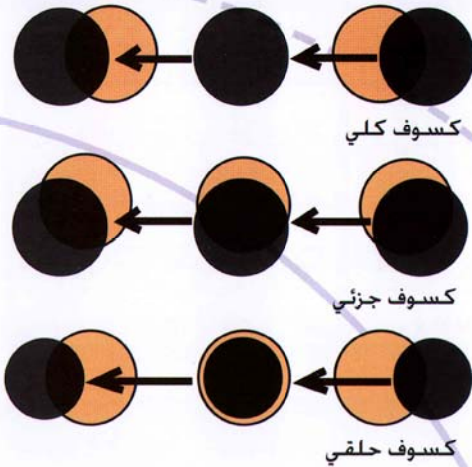
يمكّن دوران القمر حول الأرض من المشاهدة الدوريّة لكسوف الشمس وخسوف القمر. يخسف القمر عندما يخترق ظل الأرض و يمكن للخسوف أن يكون كليا أو جزئيا وهو يحدث دائما عندما يصبح القمر بدرا. وتكسف الشمس عندما يحجب القمر بظله قرص الشمس في السماء وذلك لأن القطر الظاهري للشمس والقطر الظاهري للقمر متقاربان (حوالي 32') مع تغيّر طفيف بالنسبة للقمر و ذلك حسب المسافة التي تفصله عن الأرض.





كسوف الشمس وخسوف القمر

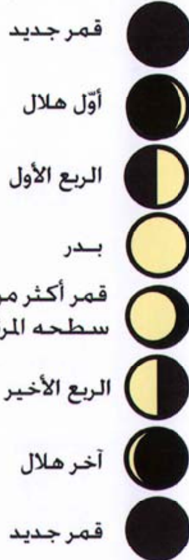
مختلف أنواع الكسوف الشمسي

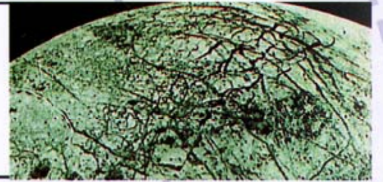


كسوف حلقي

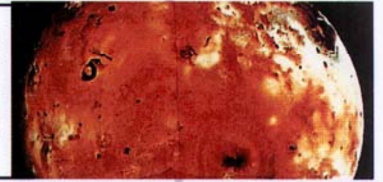
إقمار

من الأعلى إلى الأسفل: قمر جديد (لا يشاهد)، الربع الأوّل، هلال مكتمل، (بدر) قمر أكثر من نصف سطحه المرئي مضاء الربع الأخير، آخر هلال.
خلال الربع الأوّل نشاهد ما يوازي النصف العلوي لحرف p اللاتيني، وخلال الربع الأخير نشاهد ما يوازي النصف السفلي لحرف d اللاتيني.





أروبا : أحد أقمار المشتري حجمه أصغر بقليل من القمر وهو عالم من الجليد أملس السطح محزّز.



ايو : قمر آخر للمشتري له نفس حجم القمر وهو مجال البراكين النشيطة.



الأرض كما تشاهد من القمر.



فوبوس



دايموس

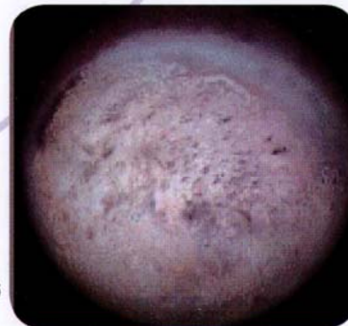
فوبوس و دايموس قمرا المرّيخ



تيتان أحد أقمار زحل



صورة لسطح تيتان التقطها المسبار هويغنس عند هبوطه فوق هذا القمر



تريتون قمر نِبْتون

المجـــرّات

المجرّات متكوّنة أساســا من النجوم التي تكاد تؤلّف كلّ مادّتها المرئية و من الغازات و الأغبرة. وتدور جميع المكوّنات المجرّية حول مركز المجرّة و تدم دورتها الكاملة عدة مئات الملايين من السنوات. وتتماسك المجرة و ما تحتويه من تجمّع هائل للنجوم والمادّة البينجمية بفعل الثقالة. ولا تمثل المادة المرئية للمجرّة سوى 10 % من كتلتها الجملية، و يتركب 90 % من كتلتها من المادة السوداء أو المادة المخفية.

الشمس نجم ينتمي إلى مجرة مسماة درب التبّانة أو الطريق اللّبنية أو المجرة المحتوية على 200 مليار نجم تقريبا. و تظهر المجرّة لأوّل وهلة على شكل قرص مسطح جدّا يبلغ قطره حوالي 100 ألف سنة ضوئية وهو متجانس السمك تقريبا. أمّا مركزه فهو مجال انتفاخ (15 ألف سنة ضوئية) يسمى رأس البصلة. يمكن أن نميّز باعتماد الشكل بين أربعة أنواع من المجرّات، و هي الحلزونية (60 %) والإهليلجية (15 %) و العدسيّة (20 %) و غير المنتظمة (3 %). و لاتبقى من المجرّات التي لا تنضوي تحت هذا التصنيف سوى نسبة 2 % تسمى مجرّات خاصة أو فارقة.



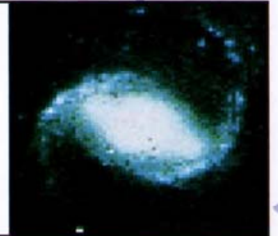
مجـرّة من نوع EO

مجـرّة إهليلجيّـة عملاقـة M87 توجد داخل بـرج العذراء. المسـافة هي 50×10^{9} سنة ضوئيّة.



مجـرّة من نوع S.C

مجـرّة حلزونيّـة M83م ، توجد داخل برج الهدرة الأنثى قطرها 30 ألف سنة ضوئيّة والمسافة هي 10^{7} سنة ضوئيّة.



مجـرّة من نوع SBb

مجـرّة حلزونيّة ذات قضيـب M91 داخل برج ضفيرة برنيس. المسافة هي 250.10^{9} سنة ضوئيّة.



مجرّة من نوع Ir

سـحابة ماجـلان الكبيـرة، مجـرّة غيـر منتظمة وهي الأقرب إلينا . المسافة 170 ألف سنة ضوئيّة.



اكتشـاف السمـاء في مجـال عميـق

خلال فترات تصوير مشـهد طيلة أكثر من 100 ساعة وذلك في اتّجاه لم يشـاهد فيه أي شيء (القطب المجرّي الشـمالي)، تمكّن تلسكوب هابل الفضائيّ و في رقعة صغيرة من السماء (أقلّ من $\frac{1}{30}$ من قطر القمر) من مشـاهدة صورة عجيبة لأشـكال و ألـوان متنوّعة توحي بوجـود عـدّة آلاف من المجرّات الموجـودة على تخوم الكـون المرئيّ. هذه الصورة التّـي تذكّرنا بمظهر الكون غداة الانفجـار الكبير هي مصدر لمعلومات ثريّة جدّا موضوعة على ذمّة جمهور العلماء.

لا تظهـر المجـرّات منعزلة إلا نـادرا كما أنّ توزعها فـي الكون ليس متجانسـا. إذ أنّ أغلبها تقترن لتكوّن ثنائيات أو ثلاثيات ومجموعات يبلغ أفرادها بعض العشـرات بل وحتى أكداسا (تتكون أحيانا من عدّة آلاف من الأفراد) تضمن الجاذبيّة تماسكها.



كوكبة نجوم كُرَيْوِيَّة

مئات الملايين من النجوم القديمة داخل كوكبة النجوم المعروفة بـ(M13) لهرقل وذلك على مسافة 25 ألف سنة ضوئيّة.



مادة بينجميّة

سديم به مناطق لمّاعة من الهيدروجين الايوني ومناطق أخرى سوداء من الهيدروجين المحايد والغبار.



كوكبة نجوم مفتوحة

يوجد داخل المجموعة النجميّة صليب الجنوب كوكبة نجوم حديثة وذلك على امتداد 6800 سنة ضوئيّة. تسمّى "صندوق المجوهرات".



مهد النجوم

بهذه المنطقة من المجرّة توجد العديد من النجوم التّي ولدت حديثا والعديد من النجوم الأخرى التّي هي في طور التكوّن.

شكل مبسّط لـ «المجرّة» أو درب التبانة (وهي المجرّة التي تنتمي إليها الشمس و مجموعتها)

تمثّل هذه الخريطة – وهي مجمل المشاهدات الفلكيّة الرّاديويّة أساسا – مجرّتنا وبها أربع أذرع أساسيّة ملفوفة حول مركز المجرّة المنتفخ المسمّى لهذا السبب رأس البصلة.

يوجد النظام الشمسي خارج ذراع مجموعة القوس – مجموعة الجؤجؤ بقليل. أمّا عندما نشاهد مقطعا للمجرّة ونحن على سطح الأرض فتبدو لنا على شكل ذيل داكن ومتقطّع لاشتماله على غبار يحجب الضوء: إنّه درب التبّانة.

يتزايد سمك المجرّة من المحيط إلى المركز ويبلغ سمك رأس البصلة حوالي 15 ألف سنة ضوئيّة.





* مجموعة الدجاجة كما تسمى أيضا مجموعة البجعة

معجم المصطلحات العلميّة

عربي	إنجليزي	فرنسي
ثقالة	Gravtation	Gravtation
قرص	Disc	Disque
كوكبة نجوم	Stellar cluster	Amas satellaire
كوكبة (نجميّة) كويريّة	Globular cluster	Amas globulaire
مجموعة (م) برشاوش	Perseus	Persée
م. الترس	Scutum	Ecu
م. الجؤجؤ	Carina	Carène
م. الدجاجة (أو البجعة)	Cygnus	Cygnes
م.صليب الجنوب	Crux	Croix du sud
م. السهم	Sagittary	Sagittare

النجوم

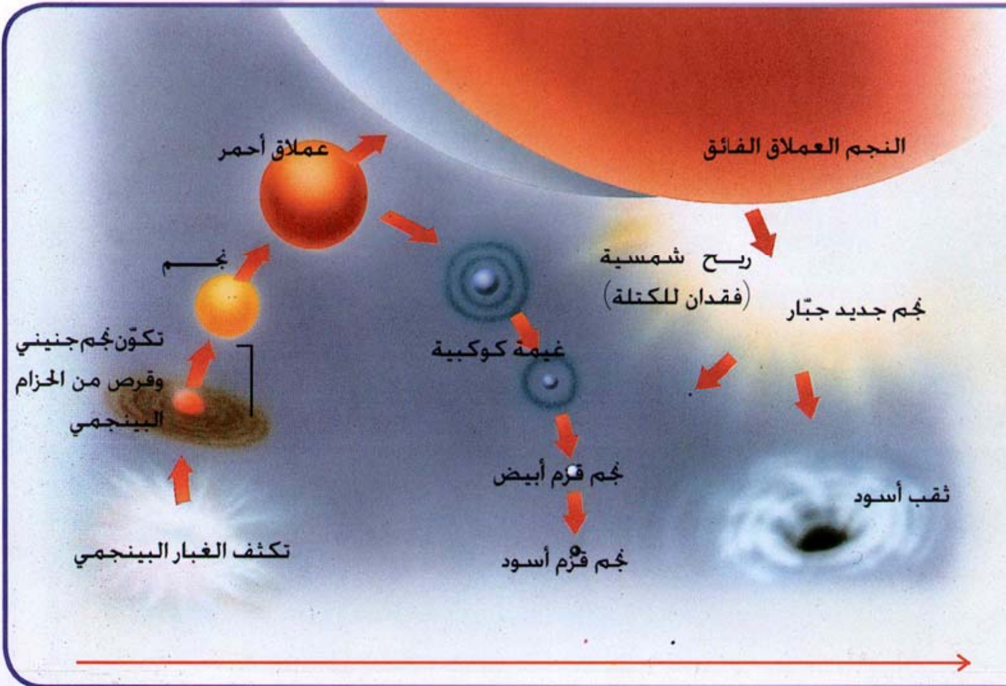
النجوم هي أغلب الأجرام الفضائية المرئية في الفضاء. وهي المكوّن الأساسي للمجرّات (انظر ص 10) والنجم مضيء بذاته، ويشع بالضوء في أرجاء الكون. وتنشأ النجوم إثر تقلّص السحب الشاسعة التي تكوّن المادة البينجمية (السديم) وعندما ترتفع حرارتها إلى درجة معيّنة توقد داخل مناطقها الوسطى تفاعلات حرارية انصهاريّة نوويّة تمكنّها من الإشعاع . كما هو الشأن بالنسبة للشمس ،تستمد النجوم طاقتها على امتداد فترة طويلة من حياتها، من تحويل الهيدروجين إلى هليوم.

عندما يُسْتَنْفَدُ الهيدروجين الموجود في الوسط تعتري النجوم سلسلة من التقلّصات تسخن خلالها ممّا يمكّن من إشعال تفاعلات جديدة، نتيجة الانصهار النووي، لذرّات أثقل أكثر فأكثر. إن المرحلة الحاسمة التي تعقب نفاد المحروق تتحكّم فيها الكتلة الأصليّة للنجم .

مراحل تطوّر نجم

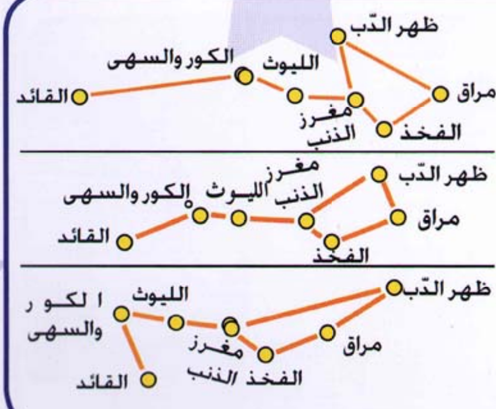
ينشأ النجم داخل سحابة متكوّنة من جزيئات من الهيدروجين و الهليوم، وينجم عن التقلّص الثقالي لطليعة النّجم (أو النّجم الجنيني) تسخين يتسبّب في انطلاق تفاعل الانصهار النووي للهيدروجين. عندما يتمّ هذا الانصهار يصبح النجم عملاقا أحمر. أمّا تطوّره اللاحق - والذي تتحكّم فيه الكتلة الأصليّة للنجم - فهو يجعل منه قرصا أبيض أو عملاقا يَنفجر ليشكّل نجما متجدّدا فائقا له نواة ذات كثافة فائقة يمكن أن يُكوّن نجما نترونيا (أيْ نابضا) أو ثقبا أسود .

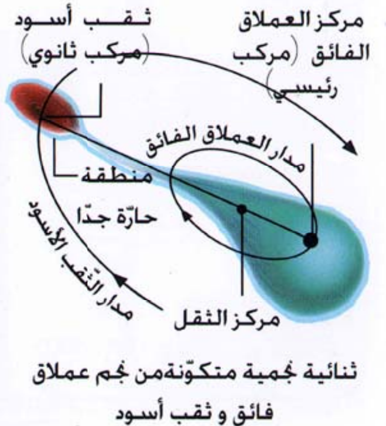
(يقرأ الرّسم المقابل من اليسار إلى اليمين)



الحركة الخاصة بالنجوم

تعتري كلّ النجوم حركة تجعلها تتنقّل داخل القبّة السماويّة . وعلى هذا الأساس فإنّ الأبراج تتغيّرأشكالها ببطء على مرّ الزمن. يبيّن هذا الرسم الوضعيّة التّي تكوّنها النجوم السبعة واللمّاعة للدبّ الأكبر وذلك منذ 100 ألف سنة (الرسم العلوي) و اليوم (الرسم الأوسط) و أخيرا بعد 100 ألف سنة (الرسم السفلي). فالسماء التّي كان يشاهدها إنسان ما قبل التاريخ كانت مختلفة نوعا ما عن السماء التي نشاهدها اليوم.





ثنائية نجمية متكوّنة من نجم عملاق فائق و ثقب أسود

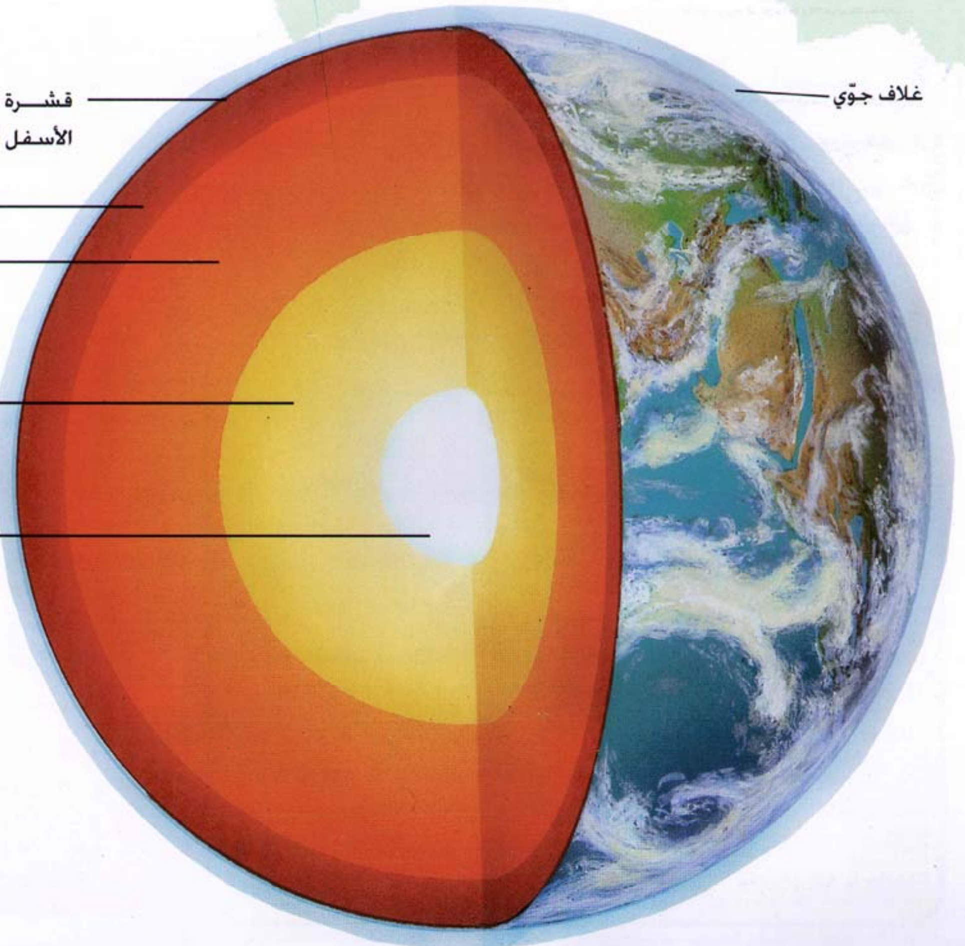
الأرض

الأرض هي أحد كواكب النظام الشمسي الثمانية وتحتل ضمنه المرتبة الثالثة انطلاقا من الشمس (انظر ص 6 و 7) وحسب نظرية الانفجار الكبير تكونت الأرض، شأنها شأن الكواكب الثمانية الأخرى، نتيجة تكتّل (أي تجمّع) المادة داخل سحابة من الغبار والغاز كانت تحيط بالشمس البدائيّة. ويُتصوّر أنَّ فتاتات هذه المادّة التحمت أوّلا على شكل أجسام معزولة ثم تجمّعت ثانيا لتُكوّن جِسْمًا وحيدا ضخما : إنّها الأرض البدائيّة، وكان ذلك منذ 4,5 مليارات سنة و بيّنت الحسابات أنّه ينبغي ما يقارب 100 مليون سنة حتّى يمكن لكوكب قطره 10 كلم من بلوغ حجم الأرض بفعل التكتيل والتجميع (أي التضخّم).

الأرض كروية الشكل ولكنّها مسطّحة قليلا عند القطبين وذلك بفعل قوى الجاذبية وتأثير حركة دورانها حول نفسها.

تركيبة الأرض

تمثّل الأرض بنية ذات طبقات دائريّة: يكوّن الوشاح (السفلي والعلوي) $\frac{4}{5}$ حجم الأرض بينما لا تمثّل القشرة الأرضيّة التّي تحمل الحياة إلاّ $\frac{1}{500}$. وعلى عكس النواة الخارجيّة السائلة فإنّ النواة الداخليّة صلبة وذلك بسبب الضغوطات القويّة التّي تسود بمركز الكرة الأرضيّة.

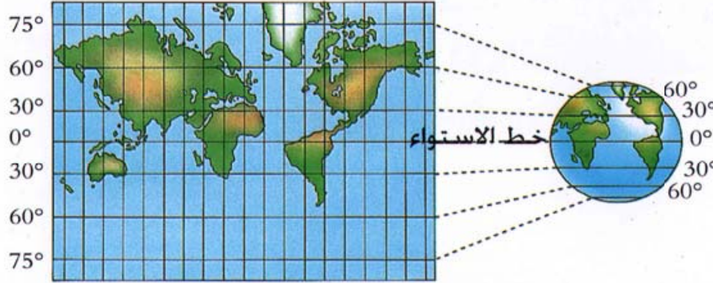


تاريخ الأرض

بعد مقابلة و مقارنةكل المعلومات التي وفرتها دراسة سطح الكرة الأرضية، أمكن صياغة مقياس للأزمنة الجيولوجية التي مرّت بها الأرض عبر تاريخها وهو مقياس طبقاتي (أي تكوّن الطبقات [الصخريّة] الأرضيّة) الذي يشتمل عدد خمسة أَحْقَابٍ تنقسم بدورها إلى عصور.

ترشد، خلال فترة ما، طبيعة الأراضي التي وضعت في مكانها وامتدادها الجغرافي وربما أيضا تشوهها والأحافير التي تشتمل عليها، على تطوّر شكل الكرة الأرضية : اتساع المحيطات، المناخ ، السلاسل الجبليّة إلخ.

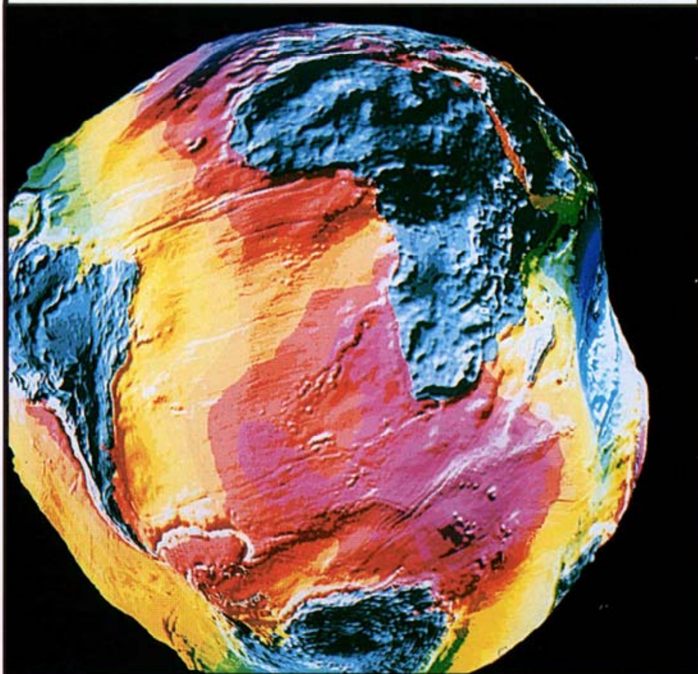
الإسقاط الخرائطي لمركاتور



تمّ إدخال هذا الصنف من الإسقاط سنة 1569 من قبل الجغرافي الفلندي جيرار مركاتور. ويشبه هذا الإسقاط النشرالأسطوانيّ على طول خطّ الاستواء. ترسم خطوط الطول بخطوط عموديّة ومتقايسة البعد وترسم خطوط العرض بخطوط أفقيّة. وكلّما ابتعدنا عن خطّ الاستواء كانت المسافات مبالغا فيها.

شكل البطاطا

إنّ سطح المحيطات المسمّى استوائيّة البحار ليس مسطّحا. وبفضل قياس الارتفاع بواسطة الأقمار الاصطناعيّة أمكن إثبات وجود ظاهرة انجذاب قويّ للمياه من قبل التضاريس التحتبحريّة وانجذاب أقلّ منه على مستوى الأخاديد البحريّة وهو ما أعطى شكل البطاطا هذا، الذي تمّ تضخيمه عمدا.



المقياس الطّبقاتي

العمر (مليون سنة)	الحِقبةُ	العصر
0,01 إلى اليوم		الهولوسيني
1,8-0,01		البليستوسيني
5-1,8		البليوسيني
23-5	الثالثة	الميوسيني
34-23		الأليغوسيني
52-34		الايوسيني
65-52		الايوسيني القديم
130-65	الثانية	الطباشيري
204-130		الجوراسي
245-204		الترياسي
290-245		البرمي
360-290		الفحمي
400-360	الأولى	الديفوني
425-400		السلوري
495-425		الأردفوسي
530-495		الكمبري
4500-530	ما قبل الكمبري	

الخصائص الفيزيائيّة والمداريّة للأرض

القطر الاستوائي	12756 كلم
القطر القطبي	12713 كلم
التسطّح	0,0034
الكتلة	$5,98\times10^{24}$ كغ
معدّل الكثافة	5,52
سرعة الجاذبيّة عند خطّ الاستواء	9,78 م/ث^2
مدّة دوران الأرض حول نفسها	23س56د4ث
ميلان خطّ الاستواء على المدار	26 ° 23'
نصف المحور الكبير للمدار	149897570 كلم أي وحدة فلكيّة
البعد الأقصى عن الشمس	152100000كلم
البعد الأدنى عن الشمس	147100000كلم
مدّة الدوران الفلكي	365 يوما 6س 9د 9ث05
سرعة معدّل الدوران	29,79 كلم/ث

تـكوّن الصفائح وديناميتها

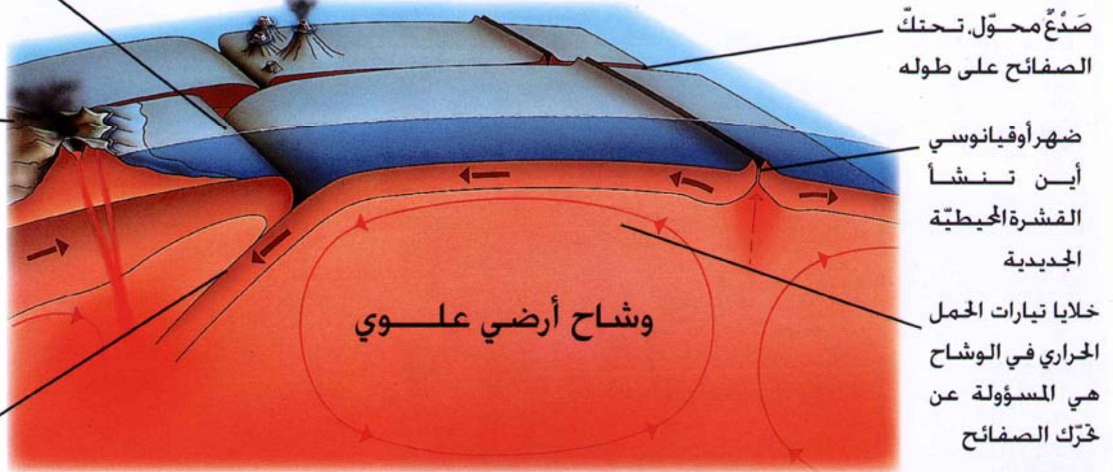
انطلاقا من أنّ تكوّن القشرة الأوقيانوسيّة (أي المحيطيّة) يتّم عند الضهور* و أنّ حجم الأرض لا يتغيّر فلا بدّ من أن توجد مناطق تآكل للقشرة القديمة : إنها مناطق الانزلاق والغور التي تتجلّى في الإراثة (الطبوغرافيا) التحتبحريّة على شكل أخاديد محيطية . تنزلق القشرة القديمة في هذه المناطق وتغور داخل الغلاف الأرضي .

مكّنت دراسة توزّع الضهور ومناطق الانزلاق و الغور من التوصّل إلى أنّ سطح الكرة الأرضيّة يتكوّن من صفائح كبرى ومتصلّبة من الغلاف الصخري، ويتراوح سمكها بين 150 و 170 كلم وهي تنشأ بالضهور المحيطية ثم تنزاح جانبيا لتتآكل في مناطق الانزلاق و الغور. تترسّخ القارّات داخل الصفائح و تتنقّل مرتبطة بها ارتباطا وثيقا.

* ضهر (الجمع ضهور): ضهور المحيطات هي سلسلة من الجبال الضخمة تمتد وسط قاع المحيطات على مدى آلاف الكيلومترات و يشقّها طولا خندق انخسافي [أي هابط في الأعماق. انخسف: غارَ أي نزل و هبط]، حيث تتكوّن قشرة المحيطات و تتجدّد بصعود الصُّهارة [أي المواد الذّائبة] المندفعة من الوشاح.

رسم تأليفي لبنية الصفائح

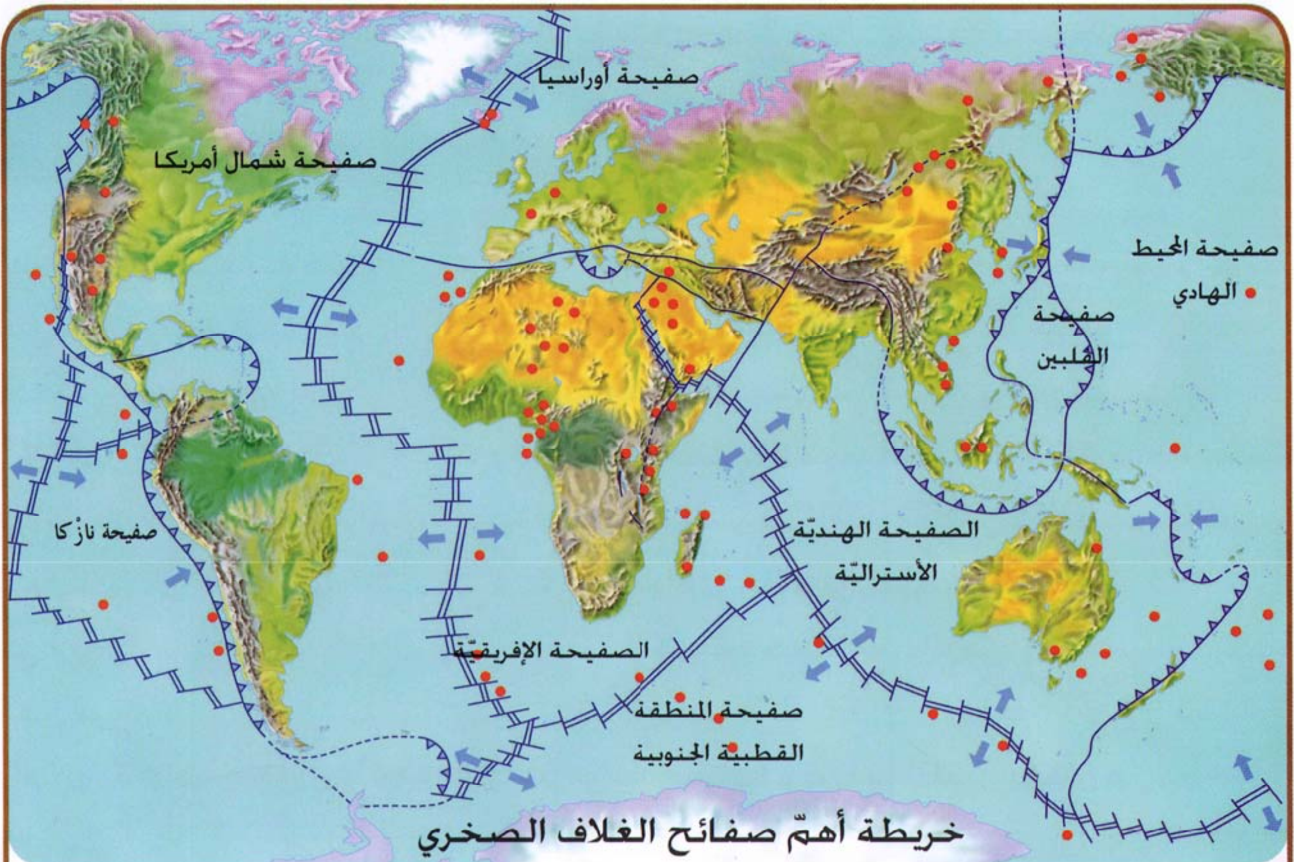
يبيّن الرسم الأصناف الثلاثيّة لحدود الصفائح الصخريّة (ضهور، مناطق انزلاق و غور، صدوع محوّلة) وتيارات الحمل في الوشاح وهي مسؤولة عن تحرّك (ابتعاد أو افتراب) الصفائح .





صَدْعُ سـان أندريـاس

وهو يوجد عند حدود صفيحتي المحيط الهادي وشمال أمريكا وهو يمتدّ على حوالي ألف كلم من خليج كاليفورنيا إلى شمال سان فرنسيسكو مرورا بتجمّع لوس أنجلس، وهو محلّ مراقبة متيقّظة.



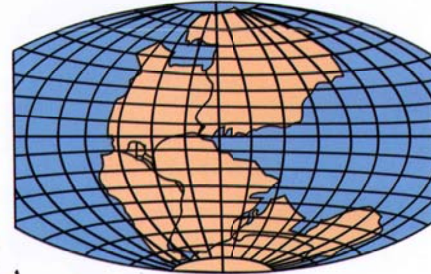
منطقة تبتعد فيها الصفائح عن بعضها (ضهور)
منطقة انزلاق وغور
منطقة تصادم
حدود متوقّعة للصفائح
نقطة حارّة
اتّجاه تحرّك الصفائح

لقد تمّ رسم مختلف الحدود التي تفصل أهمّ صفائح الغلاف الصخري عن بعضها و كذلك النقاط الحارّة. إنّ مناطق التقاء الصفائح هي التي تحدث بها أهمّ الظواهر الجيولوجية التي تكيّف سطح الأرض.

النّقاط الحارّة




أ


ب


ج


د

طفاوة القارات وانحرافها

منذ ما يقارب 200 مليون سنة كانت القارات مجمّعة في كتلة واحدة هي البانجا (أ). لقد ساهم الاتساع التدريجي للمحيط الهندي والمحيط الأطلسي في انشطارها فابتعدت أمريكا عن أروبا و إفريقيا وتنقّلت منطقة القطب الجنوبي نحو الجنوب (ب وج) ثمّ انفصلت الهند عن إفريقيا بعد أن كانت متّصلة بها واقتربت من آسيا إلى أن اصطدمت بها فتكوّنت السلسلة الجبليّة للهملايا (ج ود).

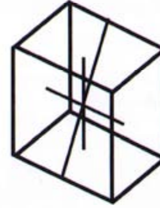
المعــادن

المعادن أصناف كيميائية طبيعية غالبا ما تكون في شكل مُجسّمات (المُجسّم هو شكل له طول وعرض و عمق)، و إذا كانت لمجسّمات المعادن أشكال هندسية معينة ذات وجوه (أو سطوح) و أحرف (أو أضلع) كالمكعّب والهرم، فإنّها تسمّى بلّورات وتصنّف بلورات المعادن في سبعة نُظم بلّورية (انظر أسفله).

تتكوّن المعادن داخل القشرة الأرضيّة و تعكس تركيبتها الكيميائيّة، غير أن كلّ نوع لا يمكن أن يتكوّن إلّا في ظروف معيّنة لدرجة الحرارة والضغط . و نتوصّل إلى التعرف على هذه الظروف بدراسة المعادن الطبيعيّة داخل محيطها الطبيعي وكذلك القيام بتجارب تأليفيّة بالمخبر .

ترتقي أربعة فقط من المعادن إلى رتبة الحجارة الكريمة و هي الماس والزمرّد و الصفير و الياقوت الأحمر. و تكمن قيمة هذه الحجارة في وزنها (تقاس بالقيراط : 1 قيراط = 2 دسغ ؛ دسغ = دسيغرام = عُشْرُ الغرام) و نقاوتها ولونها وكذلك أيضا في درجة صقلها و نحتها اللذين يزيدان من لمعانها .





النظام البلوري التكعيبي

القاعدة : مربع

الوجوه : مربعات

بلورات من الفليوريت، من أستري (إسبانيا)





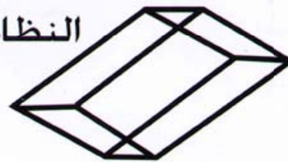
النظام البلّوري مستقيم المعيّن

القاعدة مستطيل

الوجوه : مستطيلات

بلّور من الياقوت الأصفر من سيبيريا (روسيا).





النظام البلّوري أحادي الميل

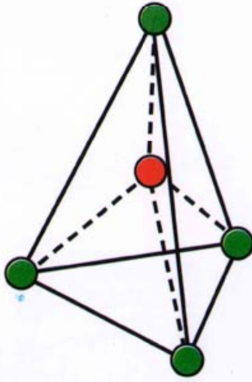
القاعدة : مستطيل

وجهان مستطيلان ووجهان متوازيا الأضلاع

بلّور ديازوريت،من المكسيك .

الأنظمة البلّوريّــة

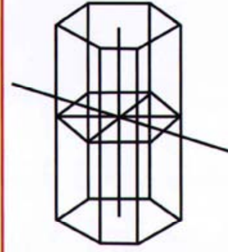
لكل بلّور تركيبة أساسية تتميّز بارتباط ذراته في الفضاء ويكوّن تعدّد هذه التركيبة الأساسية الشّبكة البلّورية وتوجد بين مستويات الشّبكة البلورية خصوصيات تناظر تحدد كل واحدة منها نظاما بلوريا ونميّز سبعة أنظمة بلّورية.



رباعي الوجوه للسليس

ذرّة من السليسيوم و 4 ذرّات من الأكسجين (ذرّة سليسوم في المركز وذّرة أكسيجين في كل قمّة من القمم الأربع). و ترتبط رباعيات الوجوه للسيليس مباشرة أو بواسطة ذرات مشحونة كالحديد أو المغنيزيوم أو الكالسيوم أو الصوديوم أو حتّى جزيئات الماء.

النظام البلّوري الموشوري السداسي



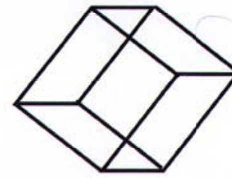
القاعدة : سداسي الأضلاع

الوجوه : مستطيلات



زُمُرُدة (كولومبيا).

النظام البلّوري ثلاثيّ الميل



القاعدة والوجوه متوازيات أضلاع



بلّور من الأمازونيت (كولورادو، الولايات المتّحدة).

النظام البلّوري المُعيّني



القاعدة : معين

الوجوه : معيّنات



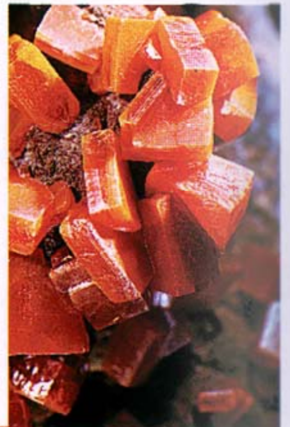
بلّورات من الردوكروزيت، (كولورادو، الولايات المتحدة).

النظام البلّوري التربيعي



القاعدة : مربع

الوجوه : مستطيلات



بلورات من الولفينيت، (ولاية شوهياهيا، المكسيك).

لون صنف من المعادن



يمكن للون المعدن أن يتغيّر فهو لا يمثّل إذًا خاصية محدّدة، فالمَرْوُ (الكوارتز) الّذي يكون عادة غير ملوّن يمكن أن يلوّن بالبنفسجي في المرو الأرجواني.



بلّورات من الديوبسيد

و هو نوع من البيروكسين، (مدغشقر).



مَرْوٌ أرجواني

النظام التكعيبي

أمثلة لأشكال بلّوريّة ناجمة عن مكعّب بفعل بتر القمم.



مِغناطيت



نحاس





بَنَفْش



بلّورات من الملح

(ونترشال بألمانيا).

الصخور

الصخور هي المواد المكوّنة للغلاف الصخري للأرض. تنضوي تحت هذا التعريف كل الصخور الصلبة (وهي الأكثر عددا)، و كذلك النفط والغاز الطبيعي. تتكوّن الصخور في ظروف متنوّعة، و تمكّن دراستها من معلومات حول تاريخ الأرض. نميّز بين ثلاث عائلات كبرى للصخور، وهي الصخور الصهاريّة التي تتكوّن نتيجة تبلور الصهارة المتأتّية من الوشاح الأرضي أو من القشرة الأرضيّة، و الصخور الرسوبيّة المتكوّنة على السطح نتيجة تراكم المواد التي أفرزتها عمليّة تَلَفِ وحَتِّ الصخور الموجودة سابقا و ثالثا الصخور التحوليّة الناجمة عن عمليّة تحوّل الصخور، في حالة صلبة، بفعل ارتفاع الحرارة و/أو الضغط مع تبلور معادن جديدة و نشأة بُنَى خاصّة .



دورة الصخور

يكون أصل الصخور خارجيّا (صخور رسوبيّة) أو باطنيّا (صخور صهيريّة وصخور تحوّليّة). ولكن مهما كان أصلها فإنه يمكن لتكون الجبال أن توصلها إلى السطح وتشوّهها إلى أن يأتي بها الحتّ والنقل إلى مرحلة الرواسب. يمكن لهذه الأخيرة أن تتحوّل عندئذ إلى صخور رسوبيّة التي يمكن أن تنقلب بدورها إلى صخور تحوّليّة إذا ما طُمِرَتْ في الأعماق وإذا حصل ا رتفاع في الضغط والحرارة. ويمكن تحوّل الصخور البركانيّة الجوفيّة وحتّى التحوّليّة دون أن تبلغ السطح أبدا. وأخيرا إذا ارتفعت الحرارة جدّا يمكن للصخور أن تنصهر تماما فتكوّن صُهارة من شأنها أن تمثّل صخورا صهارية فيما بعد.



رصيف العمالقة

هذا المشهد الغريب لرصيف العمالقة (إرلندا الشماليّة) هو نتيجة التبرّد الفجئي للبازلت. وهكذا تولّد عن هذه الصخور البركانيّة آلاف الموشورات على شكل دَرَج أو صفّ أعمدة تتقدّم داخل البحر. و كل هذا مرسّم بقائمة التراث العالمي الثقافي و الطبيعي.



خوانــق التــارن

إنّ التعرية هي التّي نحتت هذه الخوانق في صخور الهضاب الكلسيّة بكوص وهي تمثّل واحدا من المواقع الطبيعيّة الكبرى بفرنسا. و تمتدّ على أكثر من 50 كلم و ذلك من سانت اينيمي إلى روزيي بين كوص الصوفتار وكوص ميجين. لقد نحت النهر هذا الصخر وحفر فيه خانقا ضيّقا وعميقا جدّا.



طبقات صخور رسوبية (سيدي بلحسن تونس)

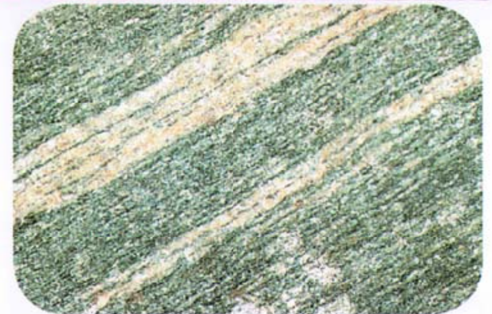
ركام فوضويّ جرانيتي

يمثّل الركام الفوضوي (مثال البرتغال هنا) مشهدا مميّزا للكتل الجرانيتيّة. فالتعرية هي التّي تتسبّب فيها باستغلالها لشبكة الشقوق الكثيفة وإفرازها لكويرات ضخمة من الصخور الجوفيّة البركانيّة. في الوقت الذّي تغطّي فيه التربة برمل (رفّ جرانيتي) متأتّ من تفكّك الصخرة الأمّ.





صخور ملتوية بمنطقة بلبار بأستراليا



عيّنــة من الغنايــس

تبدي هذه الصخور المتحوّلة تركيبة ذات اتّجاه واضح أو وريقيّة. وتبعا لتنضّدها حسب أسطح متوازية تعطي المعادن للغنايس مسحة شريطيّة وهكذا فإنّ رقائق من المَرْو والفلدسبات الوردي (بسمك حوالي 5 مم) تتناوب مع رقائق من المرو (الكوارتز) والميكا الأسود.

الــــزلازل

تتسبب التحركّات النسبيّة لصفائح الغلاف الصخري في ركم ضغوطات مهولة على مستوى حدود الصفائح. وعندما تصبح هذه الضغوطات ضخمة جدّا يتصدّع وينكسر الغلاف الصخري، وهو طبقة خارجيّة ومتصلّبة يتراوح سمكها بين 70 و 150 كلم . وقتئذ تحدث رجّة أو مجموعة رجّات: إنّه الزلزال أو الهزّة الأرضيّة التي يتمّ على إثرها تحرير الطاقة المتراكمة فتنزلق الصخور بسرعة بالنسبة لبعضها البعض على مستوى طول تصدّعها.

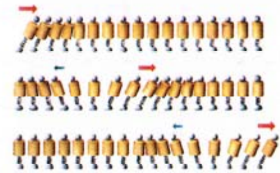
أغلب الزلازل مسمّاة سطحيّة أي أنّها تحدث في عمق الـ 100 كلم الأولى. أمّا الزلازل ذات الشدّة المرتفعة جدّا فهي ذات أصل عميق، وتحدث فجئيًّا على مستوى مناطق الانزلاق و الغور. ويمكن أن تحدث في عمق 700 كلم. ولا يمكن أن تحدث الزلازل أبعد من ذلك إذ إنّ في العمق تكون الصخور ليّنة بحيث يمكن أن تعوجّ بدون أن تتصدّع.

معجم المصطلحات العلميّة

عربي	انجليزي	فرنسي	عربي	انجليزي	فرنسي
درجة	Degree	Degré	صـــدع	Fault	Faille
سجلّ الزلزال	Seismogram	Sismogramme	صدع معكوس	Inverse Fault	Faille inversée
شدّة	Intensity	Intensité	مسجّل الزلزال	Seismograph	Sismographe

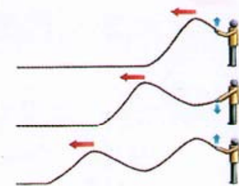


صَدْعٌ زلزالي حديث : بنقفالير بالجنوب الغربي لإرلندا



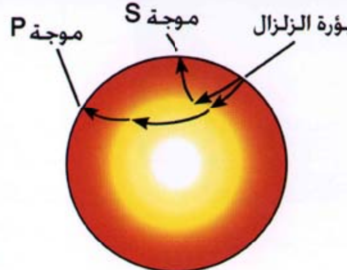
الأمواج الزلزالية من صنف (P)

هي أمواج انضغاط - تخفيف انضغاط. يحدث التشوّه في اتّجاه انتشار الأمواج.



الأمواج الزلزالية من صنف (S)

هي أمواج حزّ. يحدث التشوّه عموديّا بالنسبة لاتّجاه انتشار الموجة. هذه الموجات هي التّي تلحق بالمباني خسائر فادحة.



مســار الأمواج (P و S)

إنّ انتشار الأمواج الزلزاليّة تتحكّم فيه طبيعة المواد المخترقة. تنعكس الأمواج ثمّ تغيّر الاتّجاه على طبقات الكرة الأرضيّة. فبفضل هذه الطريقة أمكن التعرّف على الأسطح الفاصلة للتركيبة الباطنية للأرض.

الشدّة (مركلي)	الدرجة (رشتر)	التأثيرات
I		رجّات لا تدرك
II		رجّات يشعر بها من كان في الطوابق العلويّة
III IV V	1 إلى 3	تأرجح خفيف للأشياء المعلّقة رجّات يُحسّ بها على نطاق واسع استيقاظ النائمين
*VI	3 إلى 4,75	هلع وأضرار طفيفة تلحق بالمباني
*VII	4,75 إلى 5,9	صعوبة البقاء في حالة وقوف خسائر في المباني
*VIII		هلع وفوضى تحطّم كلّ المباني
*IX	5,9 إلى 6,5	انزلاقات صغيرة للأرض فوضى عامة خسائر تهم مجمل المباني
*X		عديد الانزلاقات الأرضيّة تحطّم كليّ للمباني
XI	6,5 إلى 7,75	تغيّر في الشبكة المائيّة خسائر فادحة في كلّ المباني
XII	أكثر من 7,75	تشوّه شديد للأراضي تحطّم وتضرّر كلّ البنى الموجودة تحت الأرض وفوقها

* ترتبط درجة الخسائر بالنسبة للمباني بنوع البناء

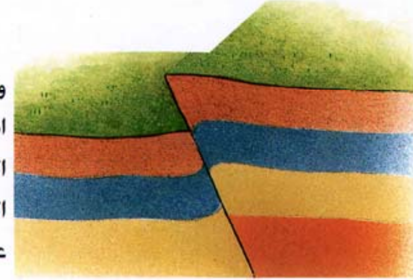
المصدر: الكوارث الطبيعية. ا فوتيي. سلسلة اكسبلور/ مدينة العلوم و الصناعة. بوكت. 1995 .

تقدّروحدة الزلازل. منذ أمد بعيد. بنسبة تحطّم البنايات أو بما ترويه المعاينات ومقياس الشدّة الذّي يشتمل على 12 درجة وقد وضعه سنة 1902 الجيولوجي الإيطالي مركلي (1850 - 1914) مؤسس هذه القواعد.



صَدْع عـاديّ

وهو ينتج عن ضغوطات تمدّدية فتنخفض الكتلة اليمنى بانزلاقها على طول سطح الصدع والمسمّى صقيل الصدع.

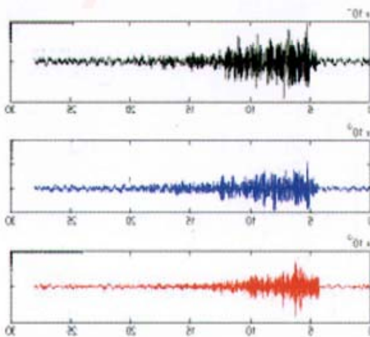


صَدْع معكوس أو مقلوب

وهو ينتج عن ضغوطات انضغاطيّة فتصعد الكتلة اليمنى فوق الكتلى اليسرى بانزلاقها على طول سطح الصَّدْع.



خسائر ناجمة عن زلزال سان فرانسيسكو . حدث هذا الزلزال يوم 17 أكتوبر 1989 وكان بمقدار 7 درجات من سلم رشتر.



بما أنّ كل موجة زلزاليّة تهزّ الأرض عموديّا و أفقيّا في آن واحد. فإنّ محطّة زلزاليّة في حاجة إلى ثلاث مسجّلات زلزال. واحد لتسجيل الاهتزازات العموديّة واثنان لتسجيل الاهتزازات الأفقيّة بصفة تعامديّة (عادة شمال - جنوب و شرق - غرب) وتوجد عدّة أنماط من مسجّلات الزلزال.

نـمط آخر من مسـجّلات الزّلازل



مسـجّل زلازل

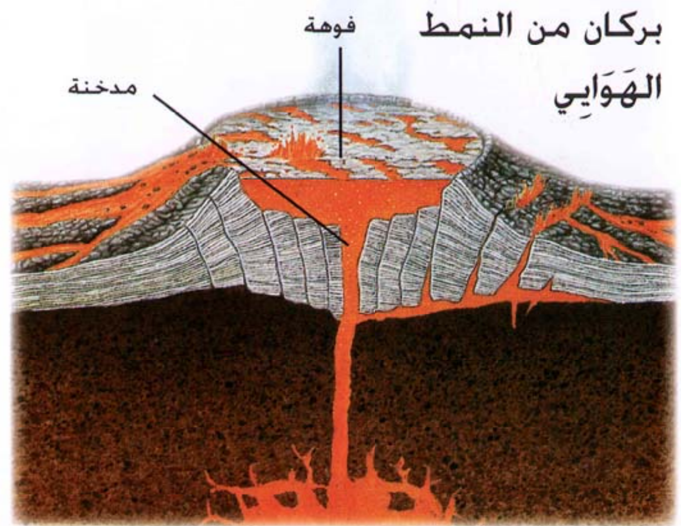


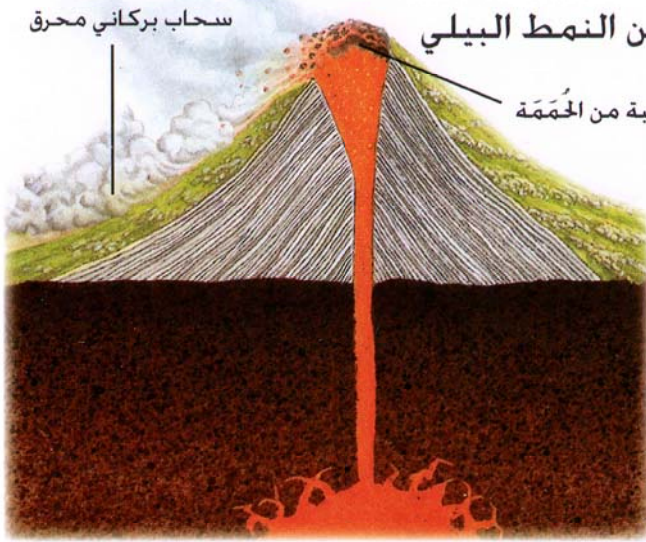
يسمح هذا المسجّل للزّلزال من كشف الموجات العمودية وتسجيلها. فبعدما تصل موجة زلزاليّة إلى مسجّل الزلزال فإنّ الأرض والقاعدة والأسطوانة الدائريّة تهتزّ اهتزازا عموديّا في حين تظلّ الكتلة المعلّقة بالنابض ساكنة لا تتحرّك بفعل تعطّل حركتها وعلى هذا النحو يخطّ القلم المرتبط بالكتلة خطّا منكسرا على الأسطوانة.

البـــراكين

يوجد على سطح الأرض ما يقارب 800 بركان سطحي و 3 آلاف بركان نشيط تحت بحري. و توجد أغلبها على حدود صفائح الغلاف الصخري (الضهور والأخاديد والأغوار البحريّة) فهكذا يعبر حزام المحيط الهادي الناري سلسلة جبال الأند، و أمريكا الوسطى، و جزر أولويتيان و كوريل، و اليابان، و الفلبين، و جزر جنوب المحيط الهادي. توجد براكين أخرى وسط الصفائح و هو ما يسمّى بالنقاط الحارّة. و يتكوّن البركان بفعل تصاعدات و طفوحات متتالية للصهير، كما تحدّد طبيعة الصهير و تطوّره نوع البركان و نوع الاندفاع أي كيفية ثوران البراكين.

يكوّن البركان تضاريس تتركّب من تنضّد الصُّهارة، و يرتبط شكل البركان بنمط الثوران و تواتر الانفجارات و بالتالي وفرة المقذوفات .





بركـــان من الصنـــف الهوايي وبركـــان من الصنـــف البيـــلي

تتميّز البراكين من الصنف الهوايي بمنحدرات ضعيفة بانفجارات خفيفة واندفاعات لطفوحات لزجة، بينما تتميّز البراكين من الصنف البيلي بانحدارات وعرة واندفاعات انفجاريّة (سحب بركانيّة محرقة) لكلّ البراكين شكل مخروطيّ وذلك نتيجة تراكم الحُمَم والأَرْمِدَة (ج. رماد) التّي تقذف خلال الثوران. وتوجدتحت المنشأة الحجرة الصهارية التّي تحتوي على الصُّهارة المذابة. تمثّل المداخن البركانيّة قنوات تربط بين الحجرة الصهاريّة والسطح.



حنفيّـات من الحُمَم فوق بركان مانّـا لوا (جزر الهاواي)
هذه النوافير للمادّة المنصهرة يمكن أن يبلغ ارتفاعها عدّة مئات من الأمتار وهي تميّز البراكين ذات الحمم اللزجة جدًا.

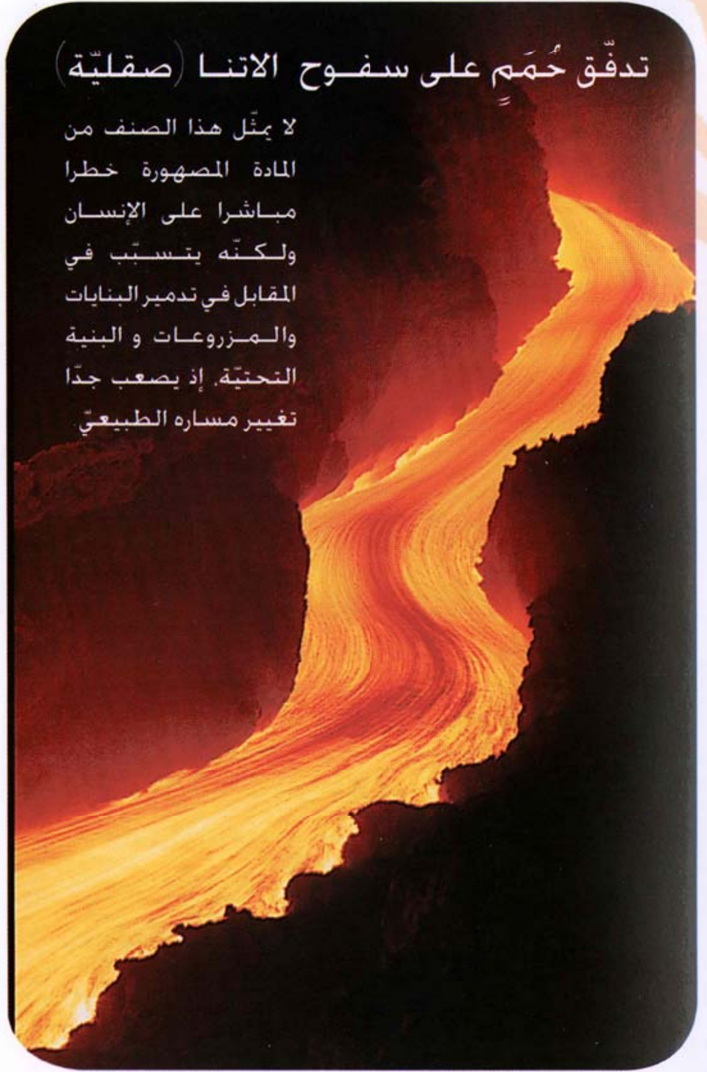
الظواهر البركانية القاتلة عبر التاريخ

السنة	الموقع	عدد الضحايا
1586	كيلوت (جافا)	10000
1681	فيزوف (ايطاليا)	4000
1738	لاكي (ازلندا)	10500
1792	أونزان (اليابان)	15200
1815	تومبورا (صومباوا)	92000
1822	قلانقاق (جافا)	4000
1883	كراكاتوا (سومطرة)	36400
1902	جبل بيلي (المرتينيك)	28000
1902	صانتا ماريا (قواتيمالا)	6000
1919	كيلوت (جافا)	5100
1982	الشيشون (المكسيك)	35000
1985	نيفادو ديل رويز (كولومبيا)	22000

المصدر: الكوارث الطبيعيّة إ. قوتيي، سلسلة إكسبلورا، حتّ العلوم والصناعة، بوكات، 1995

تدفّق حُمَمٍ على سفوح الاتنا (صقليّة)

لا يمثّل هذا الصنف من المادة المصهورة خطرا مباشرا على الإنسان ولكنّه يتسبّب في المقابل في تدمير البنايات والمزروعات و البنية التحتيّة، إذ يصعب جدّا تغيير مساره الطبيعيّ



معجم المصطلحات العلميّة

عربي	انجليزي	فرنسي
حُمَمَةٌ (الجمع حُمَمٌ)	Lava	Lave (s)
صهارة	Magma	Magma
إنسالة	Robot	Robot

مراقبة البراكين

لقد تمّ وضع هذه الإنسالة بالتعاون مع الوكالة الوطنية لشؤون الفضاء [الأمريكية] (النازا). ومن المفروض أنّها ستُمكّن من قياس الدلائل لسابقة للثوران البركاني حتى يتفادى علماء البراكين الاقتراب من البركان.





سحاب بركاني مضطرم فوق البيناطيبو

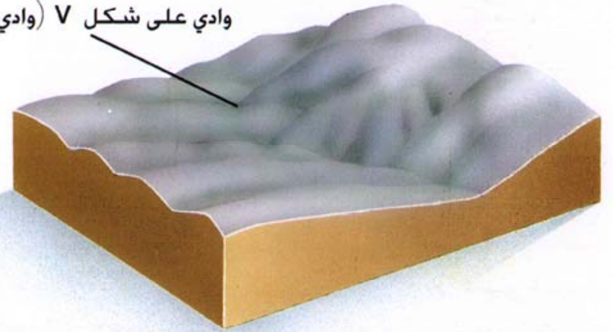
(الفليبين 15 جوان 1991). السحب البركانيّة المحرقة هي مزيج من الرماد البركاني والغاز ذات حرارة مرتفعة جدّا يتمّ قذفها من البركان لتنزل على منحدراته. هذا الصنف من الثوران الانفجاري هو الأخطر على الاطلاق إذ تطوي السحب البركانيّة المحرقة منحدرات البركان بسرعة يمكن أن تبلغ 500 كلم/س.

التعرية والترسيب

تتعرّض التضاريس إلى هجوم عنيف من قبل عوامل التجوية يؤدّي إلى تفكّكها. فسيلان مياه الأمطار و تعاقب الحرارة و الرياح تهشّم الصخور و تولّد شظايا ذات أحجام مختلفة . و يقوم تسرّب مياه الأمطار بعمل كيميائي بإذابة بعض الصخور كالكلس. تُنْقَل الشّظايا التي تكوّنت في البداية على طول المنحدرات ثمّ تحملها الأودية، و الأنهار الجليديّة و الرياح .يقع خلال مرحلة النقل صقل الشظايا فتصبح مُدَمْلَكَةً [أي ملساء ومستديرة] و يقع فرزها لتتسرّب في الأماكن المنخفضة كأقدام الجبال و البحيرات و البحار على وجه الخصوص أين تتكدّس لتكوّن رواسب.
و هكذا يمكن أن نميّز بين أشكال التضاريس التي نحتتها التعرية (خوانق، أخاديد، مجاري نهريّة، أعمدة أرضيّة ...) و تعتبر الجبال من التضاريس الأكثر عرضة للتعرية .

مفعول المُجَلَّدات

يغيّر مفعول المُجلدات كثيرا من المشهد الأوّلي، فالألسن الجليديّة التّي تمرّ عبر قنوات الأودية تقوم بعمليّة الحفر التّي تؤدّي إلى استفحال الفوارق الأصليّة (حلبات انثلاج، واد حوضي[على شكل U]، أودية مشرفة، سدّادات).







الدولوميت

جزء من جبال الألب الشرقية بإيطاليا حيث توفّر الدولوميت مشاهد أطلاليّة ناجمة عن مفعول التعرية على حساب صنف من الكلس هو الدولومي.





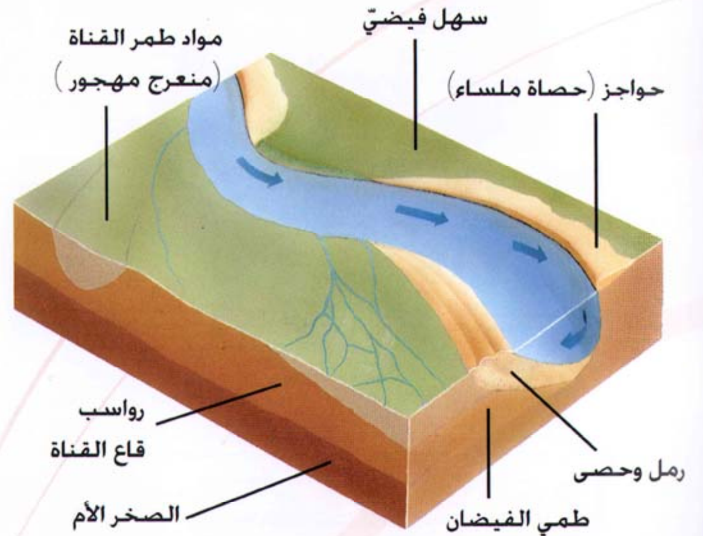
كلس فيلين (أو كواي-لين)

إنّ مشاهد تخوم فيلين (غونغكسي) الموجودة في مقاطعة في الجنوب الشرقي من الصين، ألهمت عديد الشعراء والرسّامين الصينيين. فالمناخ الشبه مداري الممطر والحار قد نحت الكلس على هيأة رؤوس يتراوح ارتفاعها بين 300 و600 م فوق مستوى البحر.

وادي حوضي

إنّه شكل مذهل لتأثير التعرية الجليديّة. تقوم الأنهر الجليديّة بتوسعة وادي ضيّق له في السابق شكل حرف (V) اللاتيني فتعطيه شكل حرف (U)، أي يصبح قاعه مسطّحا وسفوحه وعرة جدّا.



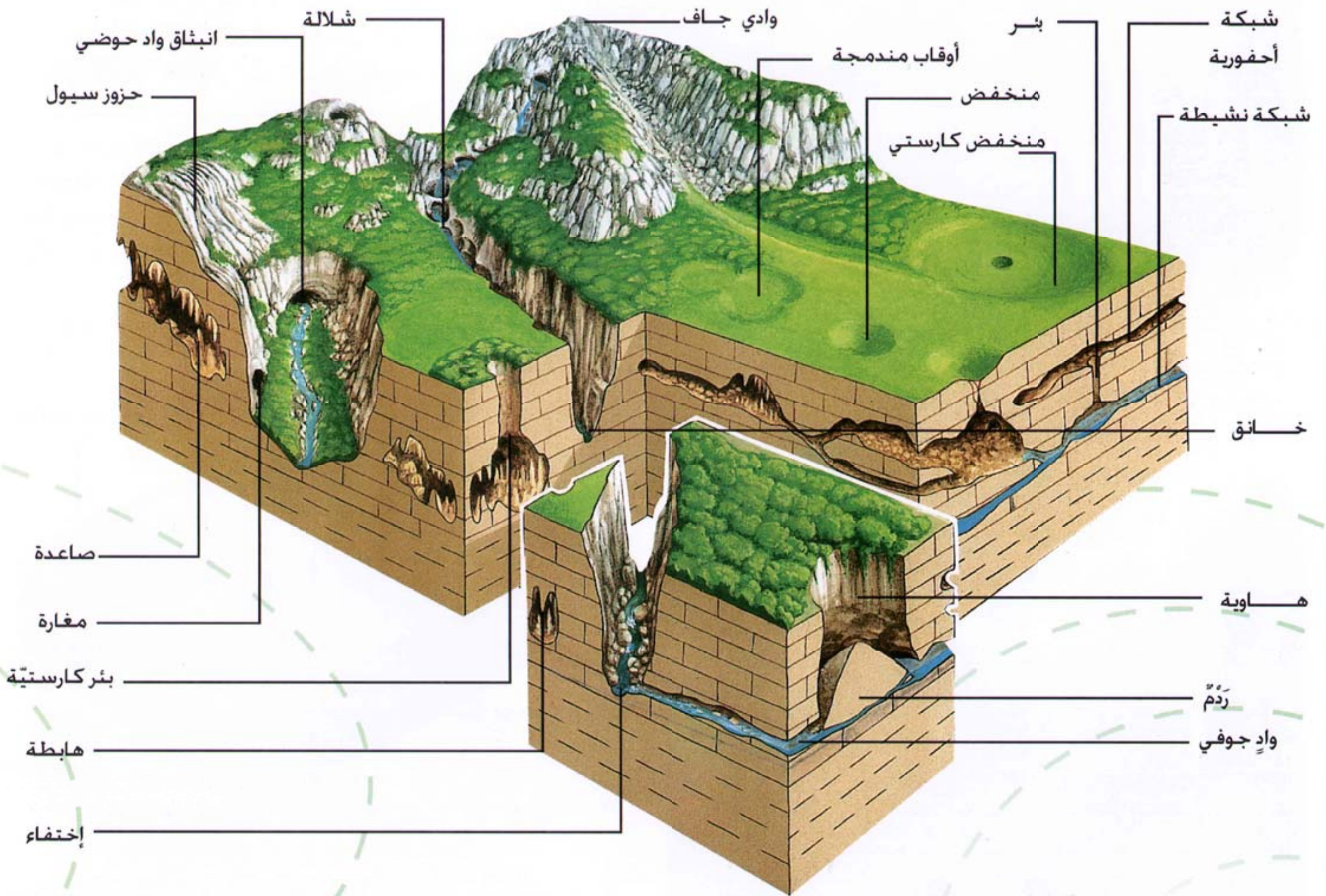


سهـل طَمْيِي

يتسبب الواد - الذّي يشتمل مجراه على تعرّجات- في حتّ الضفّة المقعّرة في حين تتكدّس فيه الطّمْيُ على الضفّة المحدّبة. ويتسبّب الفيضان في تكديس رواسب فَوْريّة على جَانِبَيْ قناة المجرى الصغير وهي تشتمل على حصاة ملساء وحصى تشكّل جسورا طميّة أو حواجز طبيعيّة. أمّا فيضان قاع الوادي (مجرى فيضي) فهو يساهم في الترسّب بالتصفية للطمي الناعم والعالق.

السهول والهضاب

السهول هي مساحات جغرافيّة شاسعة و منبسطة و قليلة الارتفاع في الغالب، غير أنّ الارتفاع لا يمثّل معيارا محدّدا إذ توجد مثلا سهول مرتفعة عند أقدام الجبال و سهول بالمساطح و هي جبال قديمة جدّا سطّحتها التعرية . أمّا الهضبة فهي قطعة من الأرض منبسطة نسبيّا و محزّزة أو محفوفة بأودية أو خوانق منخفضة نسبيّا وهي توجد على ارتفاع أعلى من السطوح المجاورة .
إنّ أكثر الهضاب انتشارا هي هضاب المساطح إذ تكوّن القسط الأوفر من سطح القارّات كالدرع الفنلندي-السكندنافي، و الروسي-السبيري، و الكندي، و الإفريقي، و الأسترالي و مسطّحي الجزيرة العربية و أمريكا الجنوبيّة.



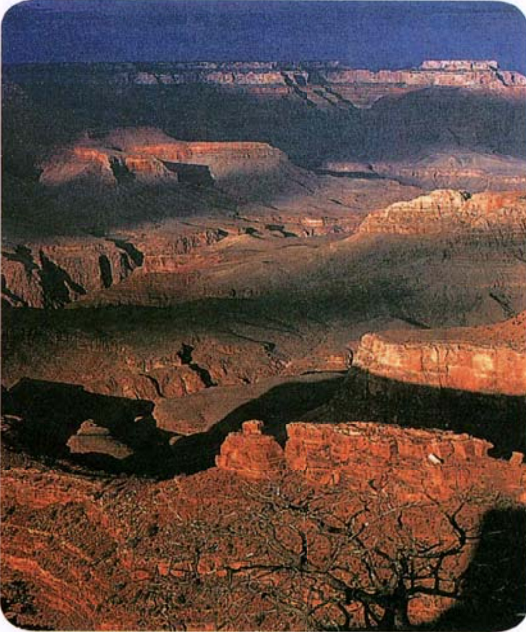
تضاريس كارستيّة

و هي تميّز السهول و الهضاب الكلسيّة و تنجم عن مفعول المياه و إذابة كربونات الكلسيوم فتتكوّن المغارات و المنخفضات المسطحة و السواقي السطحية.



الأمــازون

هو أطول نهر في العالم إذ يبلغ طوله حوالي 7 آلاف كلم و يمتدّ حوضه السفحي على حوالي 7 ملايين كلـم^2 داخل البـرازيل وكذلك بوليـفيا و الـبيـرو و الإكـواتور و كولومبيا و فنيزولا و غويانا.





الخـانـق الكبير

يعتبر خانق كولورادو العظيم واحدا من المواقع الطبيعيّة الضخمة جدّا بالولايات المتحدة الأمريكية وهو يوجد شمال الأريزونا ويمثّل منذ نهاية القرن التاسع عشر موقعا ينتسب إلى محميّة وطنية تمسح 4860 كم^2 . وقد حفر نهر الكولورادو هضبة رسوبية عليا وذلك على امتداد 450 كلم وعمق 1600م تقريبا وعرض يصل إلى حدود 20 كلم.



الصواعد والهوابط

تنحت مياه الأودية أديم الأرض. ويمكنها أن تنفذ أيضا في الصّخور متّبعة الشقوق فتحفر مجوّفات باطنيّة تسمّى المغارات.

و ظهور الصواعد والهوابط هو حكر على المناطق الكلسيّة لأنّ الماء يذيب كربونات الكلسيوم الذي يكوّن الجزء الأوفر من هذه الصخور.

السواحل والجزر

السواحل هي شواطئ البحار والمحيطات، وينطبق هذا التعريف المبسّط على عدد متنوّع من السواحل، منها السواحل المنخفضة و الرمليّة و السواحل الوعرة ذات أجرف و ألهاب (اللهب وجه من الجبل و الصخور الشاطئية كالحائط لا يُسْتَطَاع تسلّقه).

أمّا الجزر فهي قطع من الأرض محاطة بالمياه من كل الجوانب. و نميّز بين صنفين، الجزر القاريّة التي تكون قريبة نوعا ما من الساحل وتشترك في نفس الخصائص الجيولوجيّة مع اليابسة التي تحدّها، و الجزر المحيطيّة و هي الأكثر عددا و أصلها بركاني أو مرجاني، و لا يوجد هذا النوع الأخير أي الجزر المرجانيّة إلا بالمناطق البيمدارية حيث المياه الحارّة (بين 23 و 28 درجة مائوية) و الصافية التي تمكّن من ظهور المرجان.



الحاجز الكبير

يمتد الحاجز الكبير على طول ساحل أستراليا. (على مدى حوالي 2500 كلم)، ولا يفصلهما إلاّ قناة يتراوح عرضها بين 25 و60 كلم. و كلّ هذا يغطّي حوالي 210000 كلم وهو مسجّل بقائمة التراث العالمي الثقافي والطبيعي. إنّها سلسلة جبليّة غُمرت منذ نهاية الحِقْبَة الجيولوجيّة الثالثة وقد تكوّنت فوقها أرصفة مرجانيّة.

السواحل الوطيئة

تتكون هذه السواحل كليّا تحت تأثير طاقة البحر بالإضافة إلى طاقة الرّياح أحيانا وهي تتكوّن من مواد هشّة وحديثة منها تلك التي تكدّسها الأنهار قرب مصبّاتها.

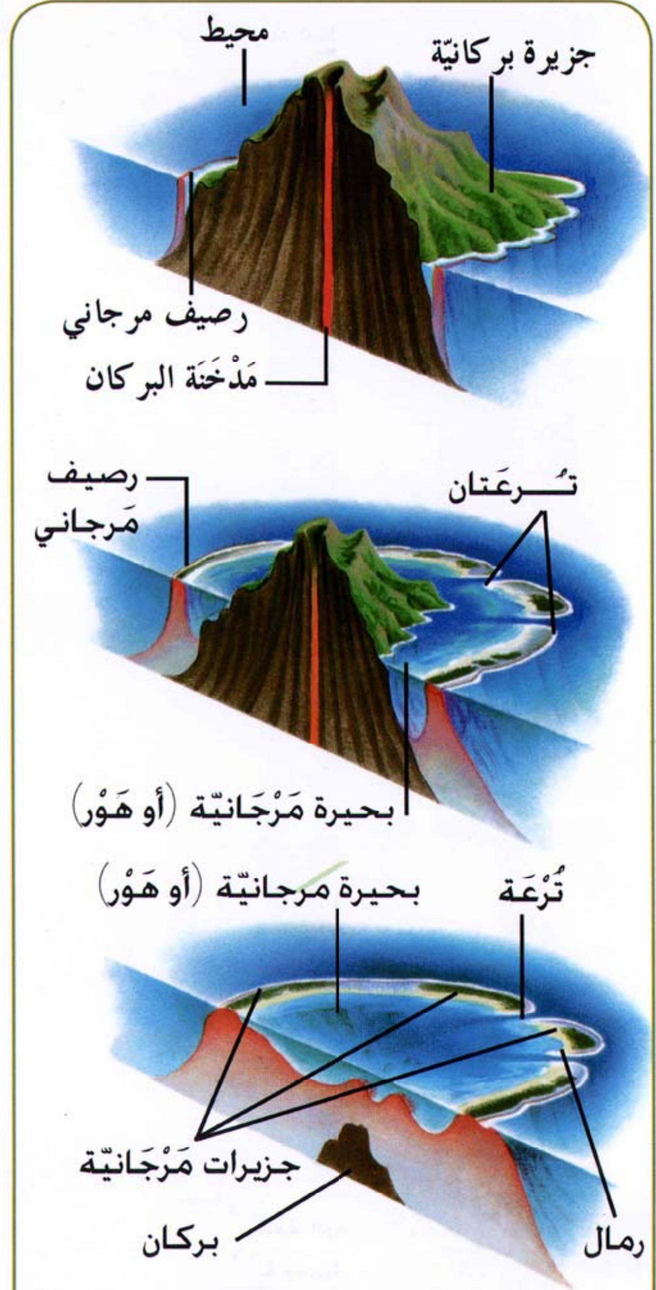


منظر جوّي لسواحل وطيئة



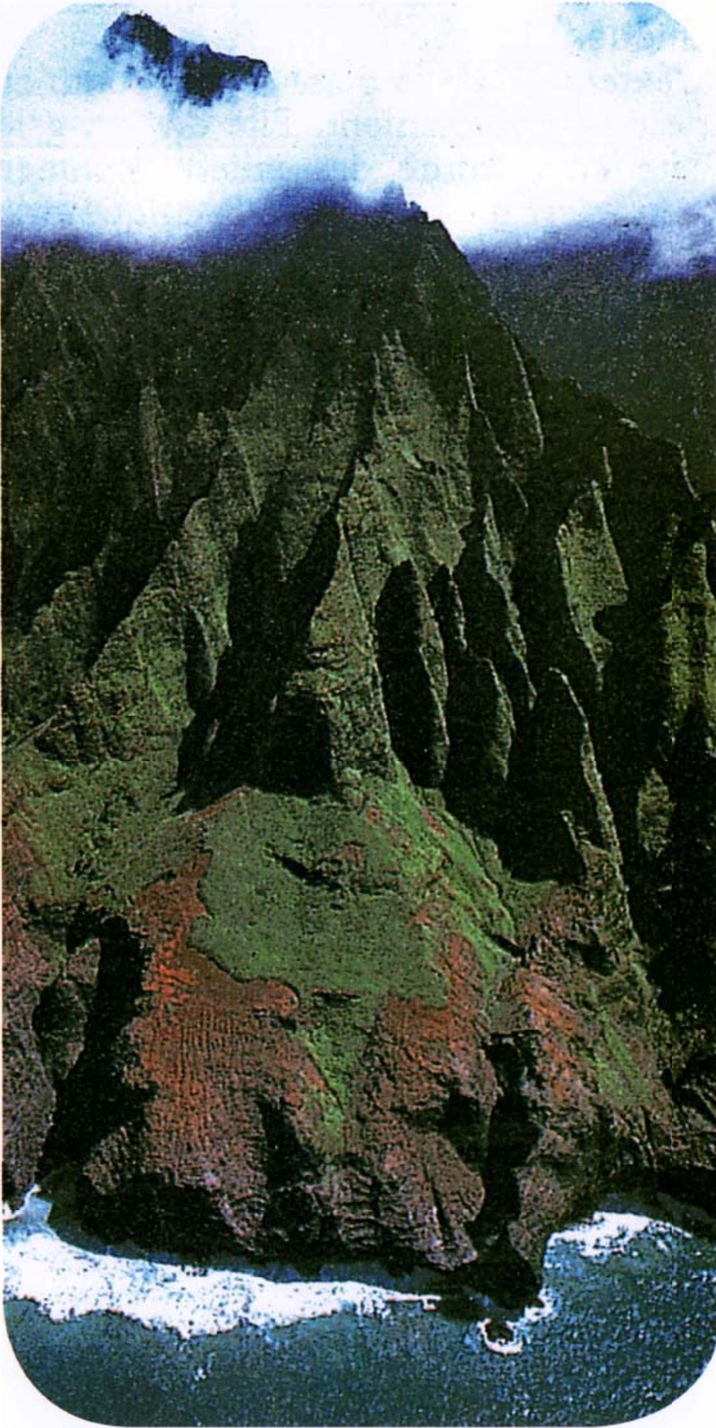
السواحل الصخريّة

يشمل هذا الصنف من السواحل الصخريّة الأطراف القاريّة المتكوّنة من صخور كحوّليّة وصهيريّة التي تعطيها نسقا منقطعا نتيجة الحتّ التفاضلي



تكوّن جُزَيْرات مَرجانية محيطة ببحيرة مَرجانية (أو هور)

تنشأ الجزيرة المَرجانيّة نتيجة للتّطور النهائي لجزيرة بركانية



مشهد من جزر هاواي

أرخبيل (أي مجموعة جزر) هاواي الموجود في المحيط الهادي الشمالي هو من أصل بركاني تكوّن على إثر وجود نقطة حارة. نجم اصطفاف الجزر عن تنقّل صفيحة المحيط الهادي فوق هذه النقطة الحارة. تحمل جزيرة هاواي بالمعنى الدقيق للكلمة بركانين نشيطين هما مونّالوا وكيلوا، أمّا بقيّة البراكين الأخرى تكون أكثر قدمًا كلّما امتدّ الأرخبيل نحو الشمال الغربي.

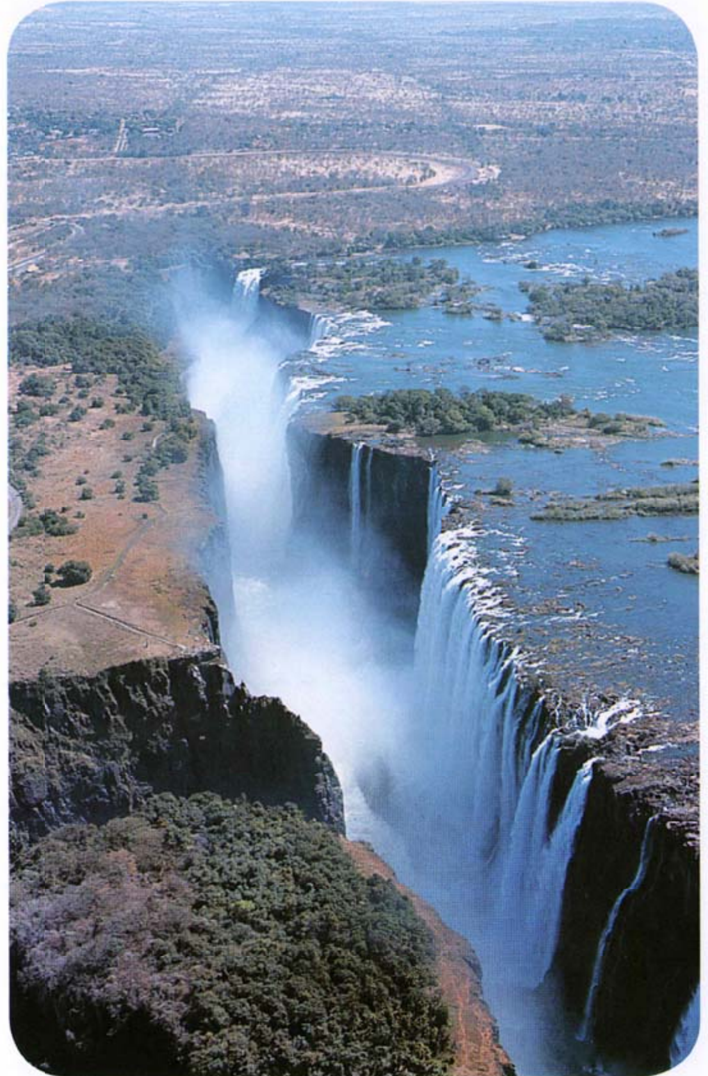
الأودية والأنهار والبحيرات والمستنقعات

المجرى المائي هو سيلان متواصل لكتلة مائيّة مُكوّن لـجدول (أو لمسيل) أو لوادٍ أو لنهرٍ. تكون الجداول ذات حجم صغير و هي تغذّي الوديان و الأنهار. و يمثّل النهر حسب التعريف المعتمد مجرى مائيّا يتمكّن من بلوغ البحر بينما تصبّ الوديان في النهر أو في مجار أخرى.

أمّا البحيرات فهي طبقات مائيّة داخليّة، و هي عذبة راكدة ومحاطة بالأرض من كلّ الجوانب.

و المستنقع بحيرة طبيعيّة أو اصطناعيّة تكون صغيرة جدّا و ضحلة، و توجد منها أنواع متعددة، كمستنقع الضيعات الغنيّة بالمواد العضويّة من أصل حيواني ومستنقعات الغابات الفقيرة جدّا و التي تغطّي الأراضي ذات التربة السيلسية .

الاسم	المساحة بالكلم²
بحر قزوين (القوقاز،آسيا الصغرى)	360000
البحيرة العليا (أمريكا الشماليّة)	82700
بحيرة فيكتوريا (إفريقيا)	68100
بحيرة هيرون (أمريكا الشماليّة)	59800
بحيرة ميشغان (الولايات المتحدة)	58140
بحر آرال (كزاخستان)	39000
بحيرة طنجانيقا (إفريقيا)	31900
بحيرة بيكال (سيبيريا)	31500
بحيرة الدب الكبيرة (كندا)	30000
بحيرة العبيد الكبيرة كندا)	28930
بحيرة ملاوي (إفريقيا)	26000
بحيرة لادوجا (روسيا)	17700

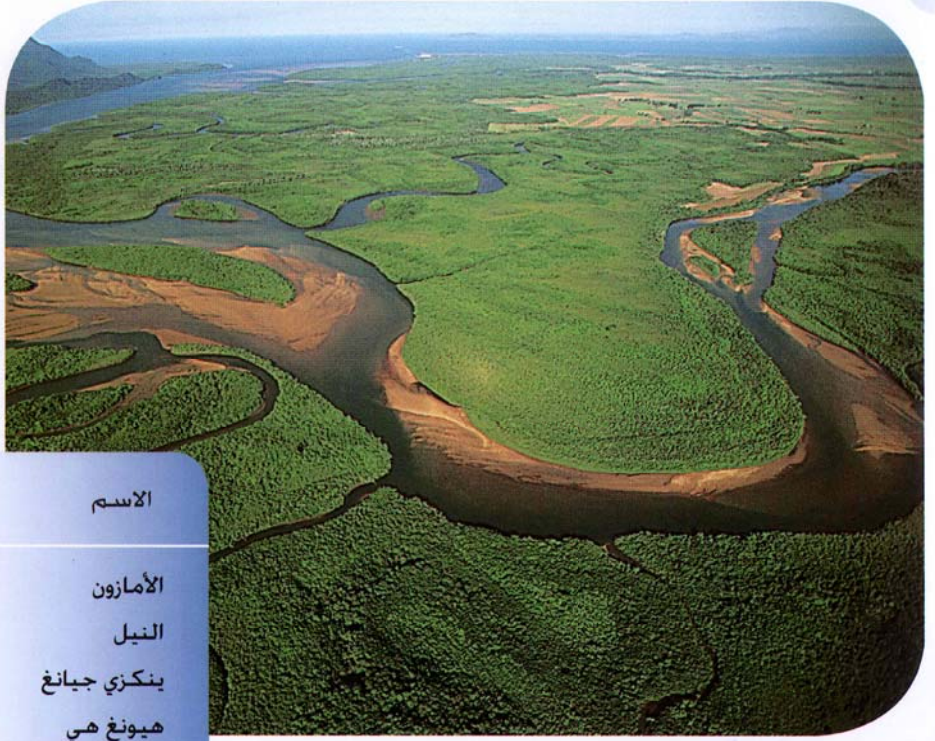


شلاّلات الزَمْباز

تمثّل شلاّلات فيكتوريا بجنوب إفريقيا وبتخوم زمبيا والزمبابوي (يسميان روديسيا سابقا) واحدا من أهمّ المشاهد الخلاّبة في العالم. تعبر مياه الزمباز صخورا بازالتيّة فتقفز من ارتفاع 108م أي حوالي ضعف ارتفاع شلاّلات نياغارا.

مُنْعَرَجات نهر

يرسم نهر ديامنتيا (كيننزلاند بأستراليا) منعرجات ضخمة نتيجة ضعف فارق الارتفاع للحوض الكبير والارتوازي الذي يسيل فيه.



الاسم	الحوض (كلم^2)	الطول (كلم)
الأمازون	7000000	7000
النيل	3000000	6700
ينكزي جيانغ	3222000	5980
هيونغ هي	745000	4845
الزايير	3800000	4700
ماكنزي	1760000	4600
آمور	1845000	4440
أوب	2999000	4345
لنا	2490000	4270
ميكونغ	800000	4200
النيجر	1100000	4200
الفلغا	1360000	3690



*منغروف بكينيا

تتميّز الأشجار التّي تنمو في هذا الصنف من النظام البيئيّ بمجموعة جذريّة سطحيّة تمكّنها من التنفّس داخل هذا الوسط الوحلي و الخنق والمتملّح نسبيّا.



بحيرة جليديّة بإزلندا

يتكوّن هذا الصنف من البحيرات في مقدّمة النهر الجليدي: يحفر النهر الجليدي أحواضا يتركها بعد تراجعه. ويكوّن فتات الصخور المحمول (ركام جليدي)، والذّي يتخلّى عنه النهر الجليدي، حواجز طبيعيّة. وتزوّد البحيرة بمياه الذوبان.

* المنغروف : هي تشكيلة غابية مميزة للسّواحل المداريّة الوَحِلَة (أو المُوحِلَة) متكوّنة أساسا من أشجار الشُّوْرَى

الأوساط القطبيّة

تتكوّن هذه الأوساط من :

الأوساط القطبيّة الشماليّة (الأركتيكي) والأوساط القطبيّة الجنوبيّة (الأنتركتيكي). وتوجد اختلافات جوهريّة بينهما إذ تتكوّن الأولى من محيط متجمّد بالأساس، في حين تتكوّن الثانية من قارّة.

الأوساط القطبيّة الشماليّة :

تتكوّن من المحيط القطبي الشمالي الذي يغطّيه الطوف الجليدي ومن أراض قطبيّة شماليّة (قطشماليّة) كشمال القارّة الأمريكيّة و شمال أوراسيا وكذلك بعض المناطق الجزيريّة كأرخبيل كندا وغرونلند (الدنمارك) وجزر سيبيريا الجديدة (روسيا)....

يتراوح عمق المحيط الشمالي من 3000 إلى 5000 م ومساحته بِضْعَة آلاف الكيلومترات المربّعة .

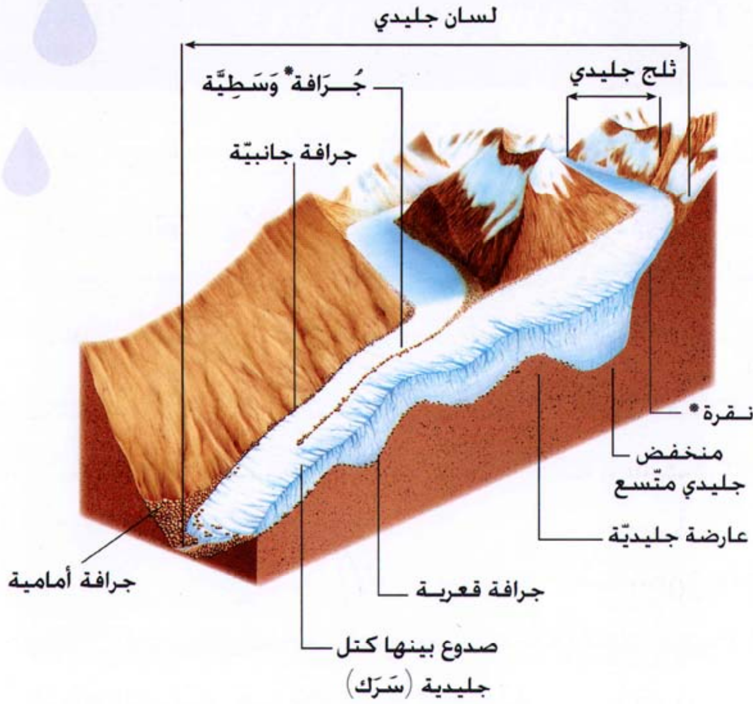
الأوساط القطبيّة الجنوبيّة :

تُغطّي مساحة 16,5 مليون كلم^2 ، وتمثل القارّة الجنوبيّة الجزء الأكبر منها وهي مغطّاة بقُنّة جليدية يصل سمكها 4800 م وتبرز منها بعض الرؤوس الصخريّة العارية يطلق عليها اسم النوناتاك. تمثّل هذه الكميّة من الجليد (التي تبلغ 30 مليون كلم^3) 90 % من احتياطي المياه العذبة لكوكب الأرض

الدبّ الأبيض

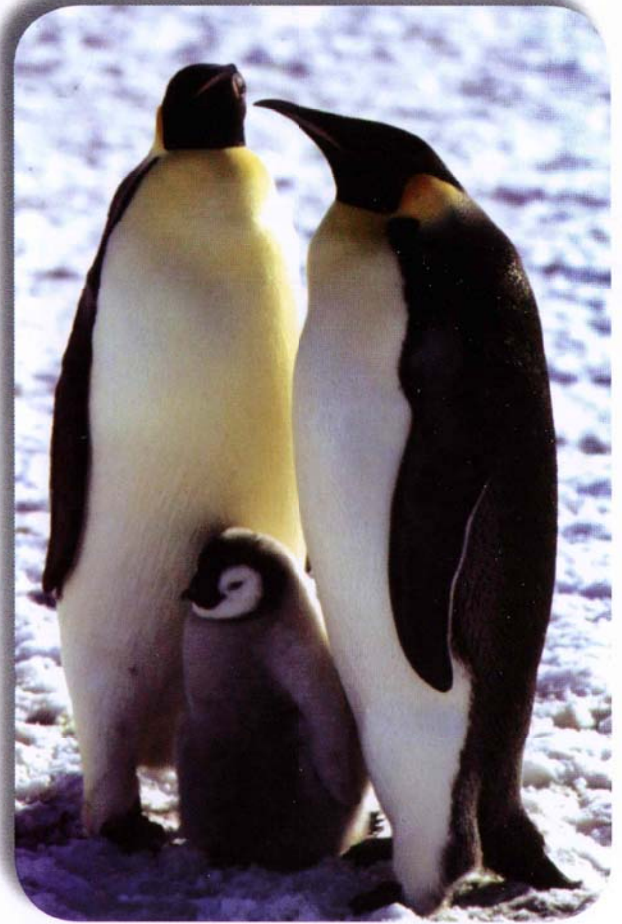
دب ضخم. يكسو جلده فَرْوٌ أبيض قشدي. يعيش في المحيط المتجمّد الشمالي. مفترس وقادر على اللحاق بفريسته بسرعة كبيرة وعجيبة. تحميه طبقة شحميّة تحت جلده من البرد القارس إضافة إلى وبر فروه.





مشهد لِـمُجْلَدة من خلال مقطع

المُجلدة هي كتلة من الجليد تكوّنت إثر تراكم الثلوج وتعتريها حركات بطيئة. يمكن لجليد المجلدات القاريّة القطبية أن يَمتدّ حتّى البحر فتنقسم قطعا كبيرة: إنّها الجبال الجليديّة العائمة التّي تتحكّم التيّارات البحريّة في تنقّلها.

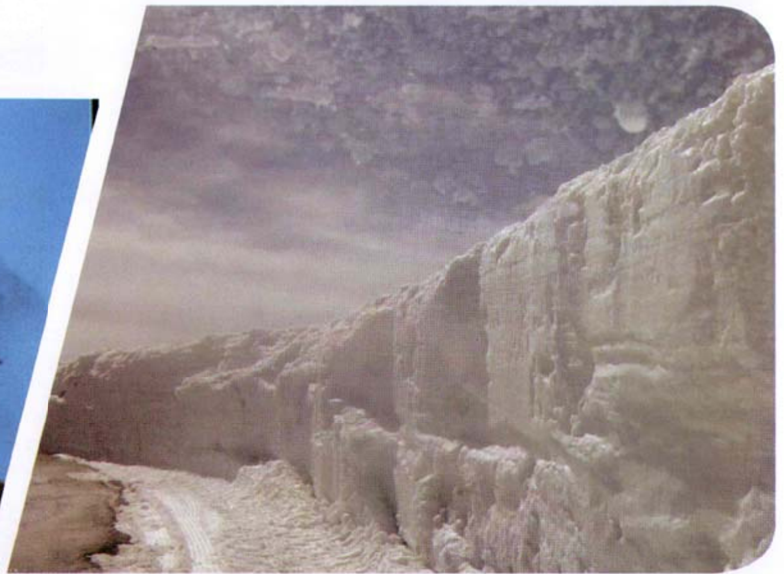


الطرسوح

طائر غير قادر على الطيران يعيش في المناطق الجليديّة القطبيّة الجنوبيّة وقطعها الجليديّة الشاسعة العائمة. يقاوم البرد القارس بفضل ريشه الكثيف جدّا. سباح ماهر، يتغذّى من الأسماك.

أخصائي في البحوث الجليديّة

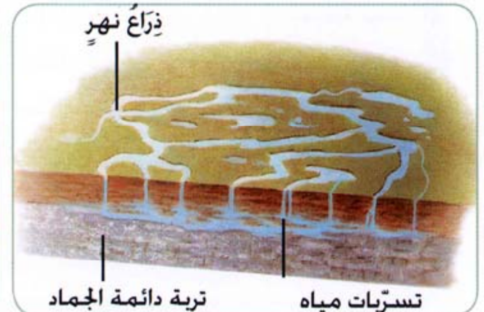


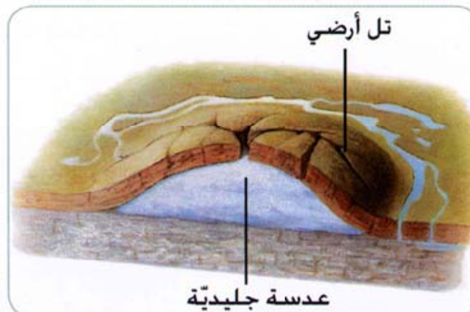


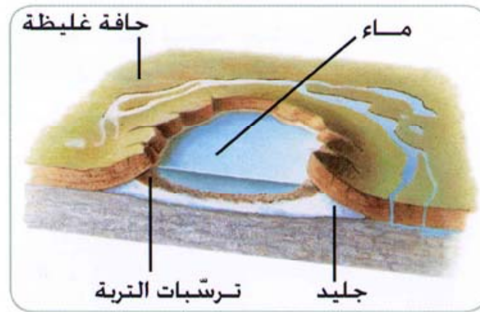
* نُقْرَة : هي صدع في مُجْلدة يفصل الجليد المتحرّك عن الذي يظلّ ثابتا، و أحيانا يفصل الجليد عن جُدُران المكان الموجود فيه.
* الجُرَافة : ما يجرفه النهر الجليدي من حجارة ومواد صخريّة

الأوساط الباردة والأوساط المعتدلة

تمتدّ الأوساط الباردة بين الأوساط الجليدية والأوساط المعتدلة. فهي إذا توجد في نصفي الكرة الأرضيّة بين الدائرة القطبيّة وخط عرض 55 °.
تغطّي الأوساط الباردة منطقة الألسكا وشمال كندا والبلدان الإسكندنافيّة وشمال روسيا في النصف الشمالي من الكرة الأرضيّة و أرض النار وجزر المالوين في النصف الجنوبي منها .
و تتميّز هذه الأوساط بالتصدّع الجَمَدِي و هو تصدّع الصخور و تفكّكها بفعل الجمد. و بمشاهد نباتية. هي التُّونْدرا و التَّيْغَا. متكيّفة مع مناخها ذي الشتاء الطويل و صيفها القصير مع انعدام الفترات الانتقالية بينهما.
توجد الأوساط المعتدلة في النصفين الشمـــالي والجنوبي للكرة الأرضية بين خطيّ عرض 30 ° و 60 °. تتعرّض هذه المناطق إلى تصادم كتل الهواء الحار والقادم من النطاقات المداريّة كما تسود الرياح الغربيّة في الأوساط المعتدلة.
نميّز في الأوساط المعتدلة بين الوسط المحيطي والوســط القاري والوسط المتوسّطي .
ويجدّد التغيّرات الظروف المناخية في كل هذه الأوساط تدريجيا طول السنة أربعة فصول: الشتاء والربيع والصيف والخريف.







تكـوّن العدســة الجليدية

العدسات الجليدية هي تلال من التربة يرفعها تجمّد المياه التّي تسرّبت في التربة. إذ يحتلّ الجليد حجما أهمّ بكثير من الماء السائل. وإذا ما بدأ جيب الجليد في الذوبان، فإنّ قبّة العدسة تنهار وتفسح المجال لحفرة مركزيّة تعبّئها المياه.



مشهد للتوندرا بألسكا
تتكوّن التندرا من نبات وَطِيءٍ ومقاوم للبرد إذ لا يسمح هذا الأخير بظهور الأشجار.

الفصول في الأوساط المعتدلة

الفصل	النصف الشمالي	النصف الجنوبي
الشتاء	ديسمبر (كانون الأول) جانفي (كانون الثّاني) فيفري (شبّاط)	جوان (حزيران) جويلية (تموز) أوت (آب)
الربيع	مارس (آذار) أفريل (نيسان) ماي (أيار)	سبتمبر (أيلول) أكتوبر (تشرين الأول) نوفمبر (تشرين الثاني)
الصيف	جوان (حزيران) جويلية (تموز) أوت (آب)	ديسمبر (كانون الأول) جانفي (كانون الثّاني) فيفري (شبّاط)
الخريف	سبتمبر (أيلول) أكتوبر (تشرين الأول) نوفمبر (تشرين الثاني)	مارس (آذار) أفريل (نيسان) ماي (أيار)

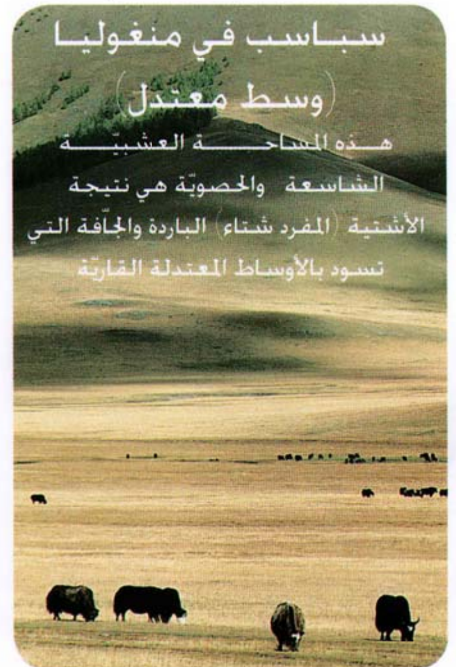
الغابة القطشماليّة (أي القطبيّة الشماليّة) بألسكا

يمثّل هذا المشهد التّيْغا التي تمتدّ جنوب التندرا وهي تظهر على شكل غابات ضعيفة الكثافة تتكوّن من أنواع متأقلمة مع البرد هي المخروطيّات بالأساس



مشهد إرلندي

وهو مثال الوسط المعتدل والمحيطي: تروي المنخفضات الجويّة التّي تدفع بها الرياح الغربيّة بغزارة منطقة المروج الضاربة في الخضرة وغابات الوريقيات (أي ذات أشجار كثيرة الأوراق).



سباسب في منغوليا (وسط معتدل)

هذه المساحة العشبيّة الشاسعة والحصويّة هي نتيجة الأشتية (المفرد شتاء) الباردة والجافّة التي تسود بالأوساط المعتدلة القاريّة



مشهد متوسّطي (وسط معتدل)

يتكوّن من أشجار ذات أوراق صغيرة (زيتون، سرول، الخ) للحدّ من التبخّر و من غينات (عرعر، و ريحان (آسّ) و لاذن و خلنج، الخ) كثيف جدّا فوق تربة [رملية] و من براح (كشريد، خزامى، إكليل، زعتر بقس) أقلّ كثافة و على تربة كلسيّة.

الأوساط المداريّة والأوساط الاستوائيّة

توجد الأوساط المداريّة في كل من نصفي الكرة الأرضيّة بين خطّي عرض 5 ° و 15 ° تقريبا مع بعض الفوارق حسب المناطق . وتوجد هذه الأوساط بين مدار السرطان في النصف الشمالي ومدار الجدي في النصف الجنوبي باستثناء الشريط الاستوائي والأوساط القاحلة (الصحاري) التي تتوازى مع المدارين. فالمناخ المداري إذا هو مناخ وسيط بين المناخ الاستوائي والمناخ القاحل. لا تنزل معدّلات درجات الحرارة هذه الأوساط تحت 18 درجة مائوية و لا يتعدّى المدى الحراري السنوي 10 درجات مائوية .

يتميّز الوسط الاستوائي بمناخ حار ورطب طيلة السنة وهو يمتدّ بصفة متقطّعة على طول خط الاستواء : البلدان الإفريقيّة التي تحدّ خليج غينيا، والبرازيل وغويانا و إندونيسا. وهو ليس بالمناخ المقتصر على مناطق خطوط العرض السُّفلية جدّا، إذ إنّه يمتدّ حتى خط عرض 20 ° على الأطراف القاريّة لجنوب شرق آسيا وعلى الواجهة الشرقيّة لأمريكا الوسطى.

تتراوح الحرارة في هذا الوسط بين 24 و 35 درجة مائوية مع رطوبة شبه دائمة تبلغ من 70 إلى 90 %، ويتراوح معدّل التساقطات بين 1500 و 2500 مليمتر في السنة .

الموسميّات

أمطار مداريّة بجورجيا الجديدة (واحدة من جزر صالومون)



مشهد لغابة استوائيّة كثيفة





نخلة الدوم

تنبت نخلة الدوم في إفريقيا و في الهند في السفانة وفي المناطق القاحلة . كان المصريون يزرعونها لثمارها وغالبا ما كانوا يرسمونها على جدران قبورهم، لأنها شجرة مقدسة عندهم.

مشهد من سفانة مشجرة بتنزانيا

شجرة تين خانق

تنبت بذور بعض أشجار التين المدارية (أنواع تنتمي إلى جنس فيكوس) على شجرة من نوع آخر. تتكوّن من البذور جذور على شكل متسلقة؛ تنزل هذه الجذور في اتجاه الأرض لكي تتجذر. بإمكان هذه الجذور أن تلتوي حول جذع الشجرة التي احتضنت البذور؛ وينجر عن تضخم هذه الجذور، خنق الشجرة العائلة.





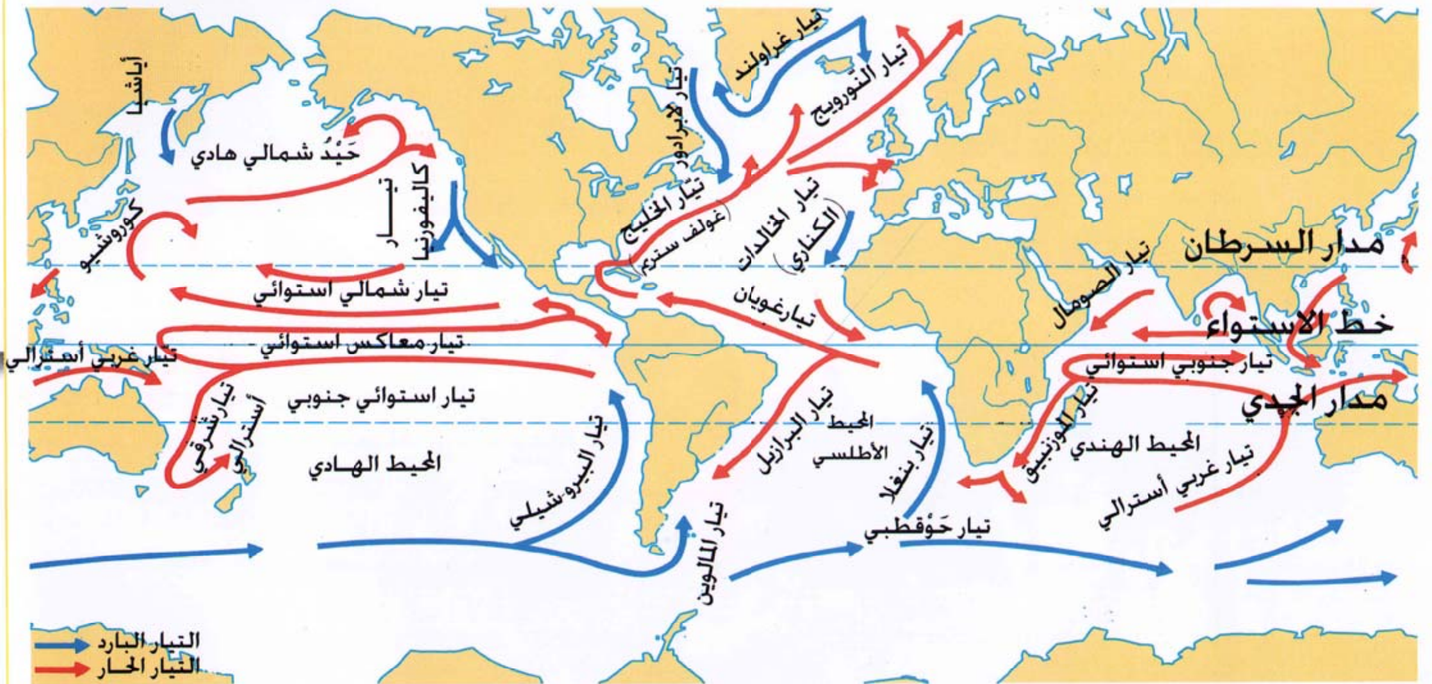
شريط السحب البيمداريّة

تمكّن هذه الصورة الملتقطة بواسطة قمر اصطناعي من مشاهدة الجبهة البيمداريّة وهي تظهر بوضوح على شكل شريط طويل من السحب يمتدّ فوق خطّ الاستواء. وهي تتكوّن نتيجة تصاعدات الهواء الحار والرطب بالأوساط الاستوائيّة . تبرز خضرة الغابة الاستوائيّة متميّزة عن لون الصحاري المداريّة في الأعلى (الصحراء الكبرى، الصحراء الغربيّة) وفي الأسفل (ناميبيا) وهذه الأخيرة أوساط تتميّز بغياب الغطاء النباتي و السحبي .

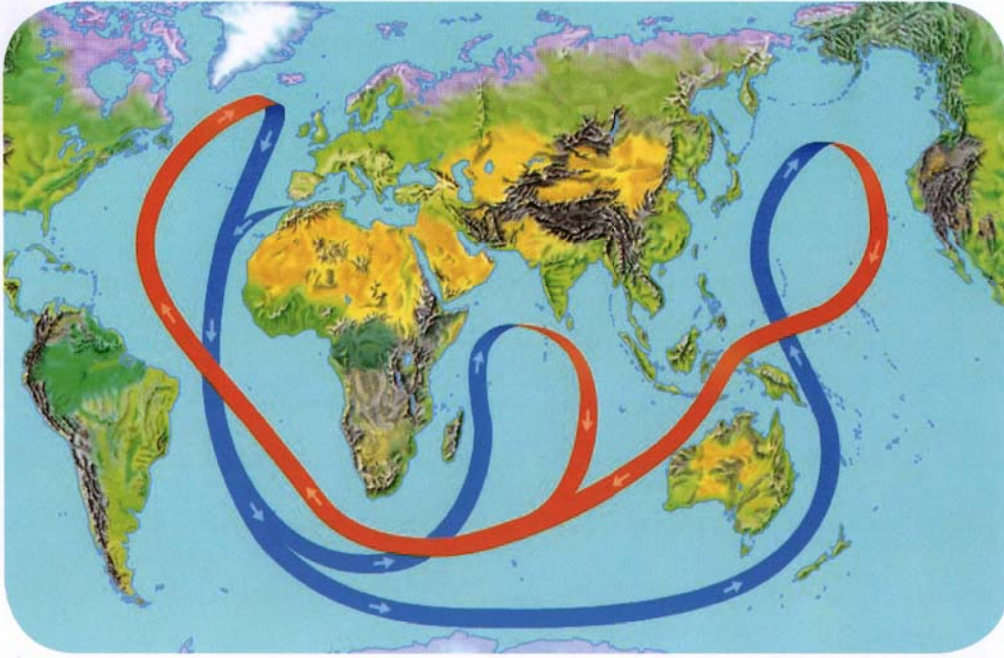
الـمحيط العالمي

تغطّي المحيطات حوالي 70 % من مساحة الأرض (قرابة 361 مليون كلم^2) و هي تحتوي على 1322 مليون كلم^3 من الماء .
تتقاسم هذه المجموعات ثلاث كتل كبرى هي المحيط الهادي (يشمل نصف المساحة تقريبا : 180 مليون كلم ^{2}) و المحيط الأطلسي (106مليون كلم^2) و المحيط الهندي (75 مليون كلم^2). تبيّن خريطة العالم توزيعا غير متساو، فالمحيط العالمي هو أكثر امتدادا بقليل (53 %) من الأراضي البارزة في النصف الشّمالي بينما يحتلّ نسبة 90 % في النصف الجنوبي .

التيارات المحيطة



حَوْقطبي : حول أحد قطبيْ الكرة الأرضيّة



تيّار حار على السطح

تيّار بار على السطح

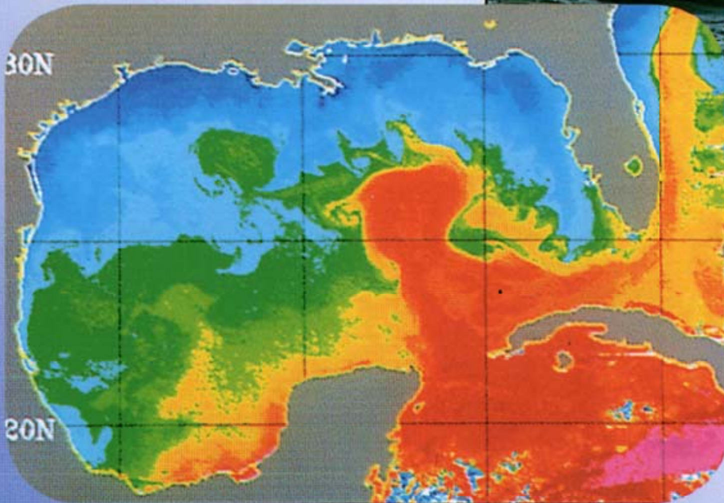
عقدة التيّارات

تكوّن مجموع تيّارات السطح (بالأحمر) وتنقّلات المياه العميقة (بالأزرق) حركـــة حمل حراري واسعة النطاق تهمّ ثلاثة أربـــاع المحيـــط العالمي.

الأمــواج

تنجم الأمواج عن دفع الرياح لمستوى سطح البحر. عندما يصبح عمق المياه غير كافٍ تتحطّم ذروة الموج فتتكسّر حلزونيّا أو لولبيّا كما يبدو هنا بجزر الهاواي.





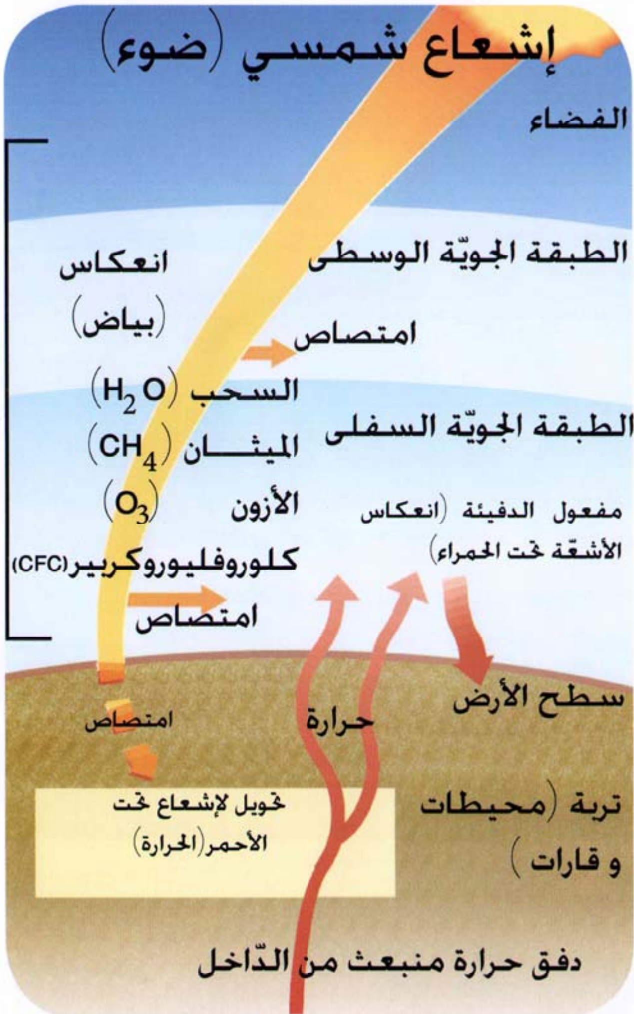
تيـّار الخليج كما يُشاهَدُ في صورة التقطها قمر اصطناعي

تبيّن هذه الصورة الملتقطة بقمر اصطناعي و ذات ألوان مزيّفة توزّع المياه الحارة داخل خليج المكسيك وهي أصل مياه التيار الحار، تيار الخليج (غولف-ستريم).

الغلاف الجوّي

الغلاف الجويّ هو الطبقة الغازيّة التي تحيط بالأرض. وهي تصفيّ الأشعّة فوق البنفسجيّة وتعدّل الحرارة بفضل تحرّكاتها. ترتبط بنية الغلاف الجويّ للأرض بعديد الثوابت (البارامترات) التي يمكن أن تتغيّر قيمتها بشكل ملموس جدّا حسب الوقت ودرجة (خط) العرض.

ومن المتداول تنضيد الغلاف الجويّ حسب طبقات تحدّها فواصل. ونميّز باعتبار تغيّرات الحرارة، بداية من سطح الأرض، الطبقة الجويّة السفلى والطبقة الجويّة الوسطى والطبقة الجويّة العليا.



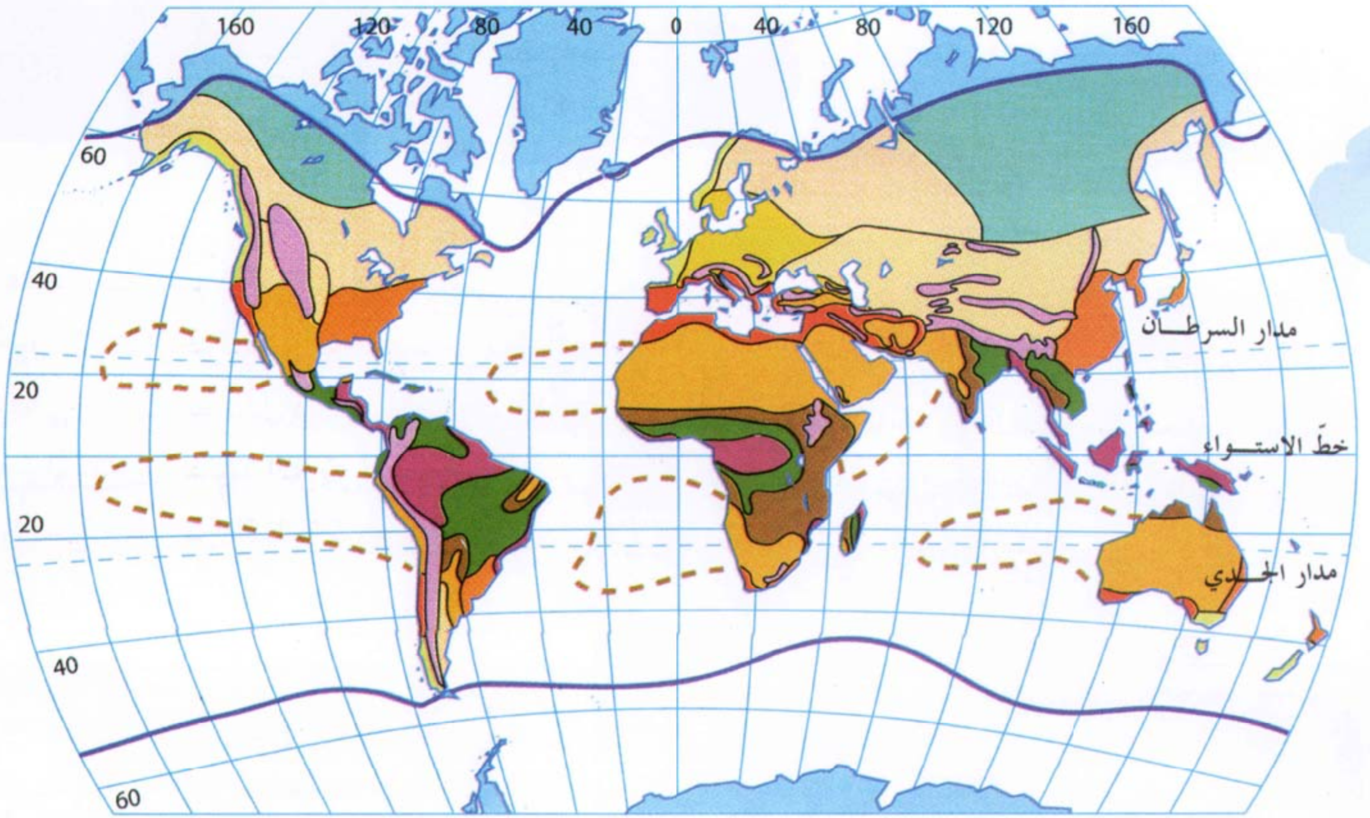
الحصيلة الإشعاعية للأرض ومفعول الدفيئة أو الانحباس الحراري

إنّ كميّة الطاقة الشمسيّة (على شكل ضوئيّ) التّي لا تُعكس تمتصّها الأرض ثمّ تُحوّل إلى شعاع حراري. يتمّ التقاط هذه الحرارة من قبل غازات ذات مفعول دفيئي ثمّ ترجعها في اتّجاه سطح الأرض مرفّعة من درجة حرارتها.



الخلايا الجويّة

تنتظم الحركة الجويّة العامة حسب نظام متكوّن من ثلاثة أصناف من الخلايا تنبثق منها الرياح السائدة على سطح الأرض.



- مناخ مداري يتجه نحو الجفاف
- مناخ مداري يتجه نحو الرطوبة
- مناخ استوائي
- مناخ ذو صيف وشتاء واضحين (صنف صيني شبه مداري)
- مناخ متوسّطي
- مناخ قاحل (أ) ذو شتاء بارد (ب) ذو صيف حار
- مناخ معتدل بارد (قاري للعروض الوسطى ومناخ مندشو)
- مناخ محيطي أو مفرط المحيطيّة
- مناخ محيطي انتقالي
- مناخ جبلي
- مناخ قطبي
- مناخ معتدل بارد (مفرط القارية و مرتفع المدى الحراري)
- حدّ معدّل الحرارة دون 10 درجات مائوية بالنسبة لأسخن شهر
- نطاقات بحريّة ذات تساقطات ضعيفة (دون 500 مم)

الهــــواء

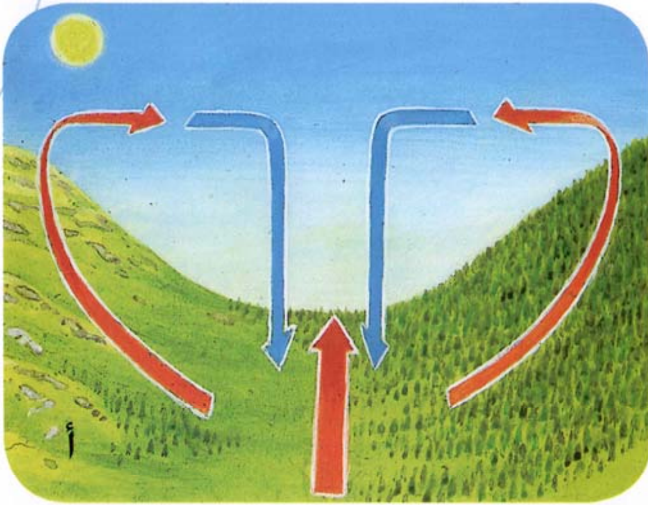
الهـواء : هو غاز الغلاف الأرضي الذي يتمّ تنفّسه للهواء النقيّ تركيبة حجميّة تقارب 78 % من الأزوت (النيتروجين) و 21 % من الأكسجين و 1 % من الغازات النّادرة وخاصّة غاز الأرغون.

الأزون الجـــويّ

الأزون (O_3) هو جسم بسيط يتكوّن من ثلاث ذرّات من الأكسجين. وهو ينشأ بالأساس داخل الطبقة الجويّة الوسطى والطبقة الجويّة السفلى حيث تتسبب الأشعّة الفوبنفسجية الشمسية في تفكّك جُزئي لِهَبَاءَات الأكسجين (O_2) لتعيد تركيبها على شكل (O_3).

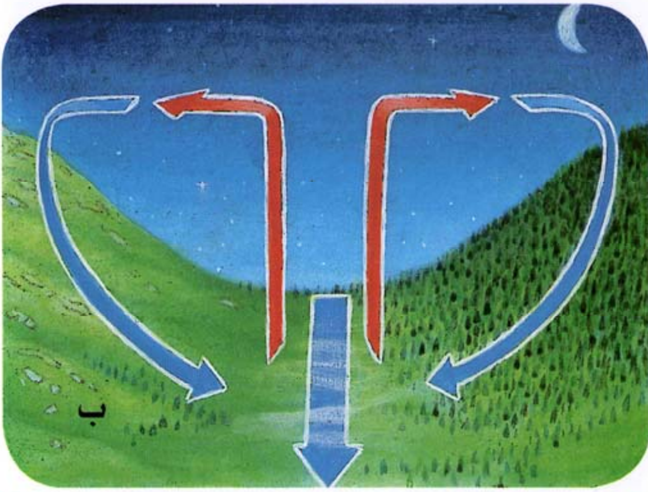
الرّيـــــاح

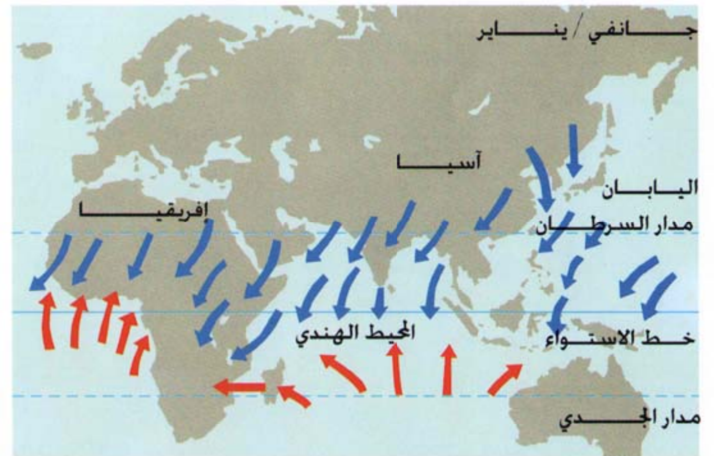
إنّ التدفئة المتفاوتة للغلاف الجويّ هي السبب الرئيسيّ للرياح. فكلما كان الهواء حارًّا كان أقلّ كثافة و أخفّ فيصعد محدثا فراغا ينساب إليه الهواء المتاخم وهو أكثر برودة وكثافة.
تهبّ الرياح وهي تعبير عن تنقلات الهواء،من مناطق الضغط الجوّي القويّ في اتّجاه مناطق الضغط الخفيف. ويُحدِث دوران الأرض قوّة تغيّر تماما مسار الرياح. تجدر الإشارة إلى أنّ رياح النصف الجنوبي في الغالب أعنف من رياح الشمال لأنّه التّضاريس التي تعترضها أقلّ.

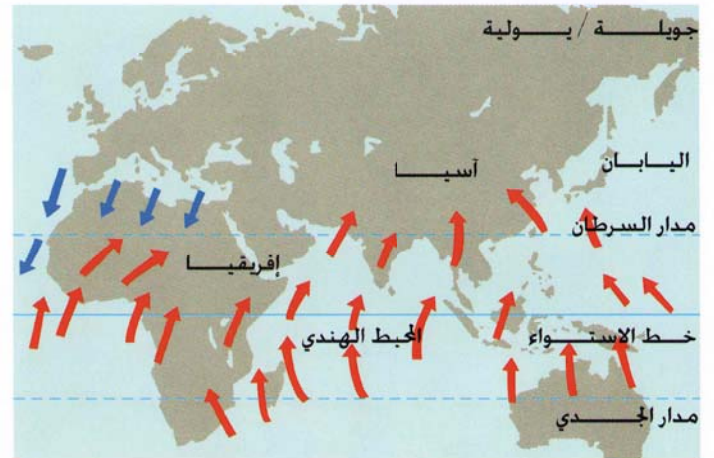


نسيم الوادي ونسيم الجبل

يكون هواء السفوح المواجهة للشمس بالمناطق الجبليّة وخلال النهار أحرّ من هواء قاع الوادي الموجود في الظلّ. فينجم جذب للهواء الذي يتولّى بدوره صعود المنحدرات: إنّه نسيم الوادي (أ). وخلال الليل يتبرّد هواء قاع الوادي بسرعة أقلّ من هواء المنحدرات متسبّبا في نسيم الجبل (ب).

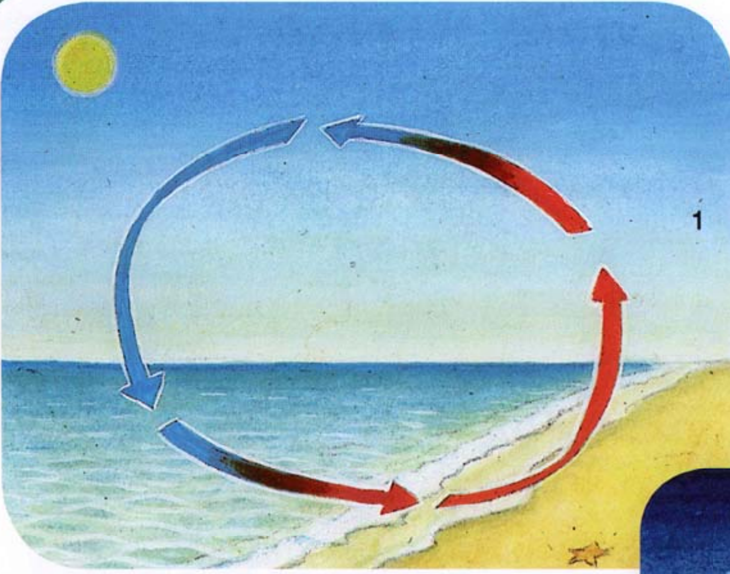






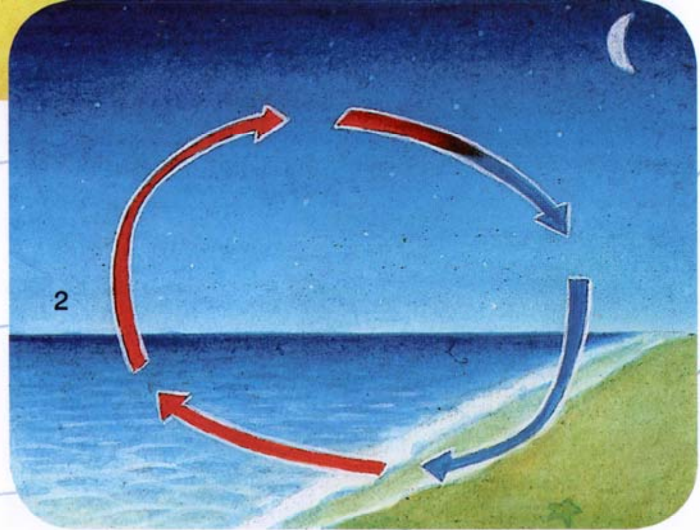
موسميّات الشتاء وموسميات الصيف

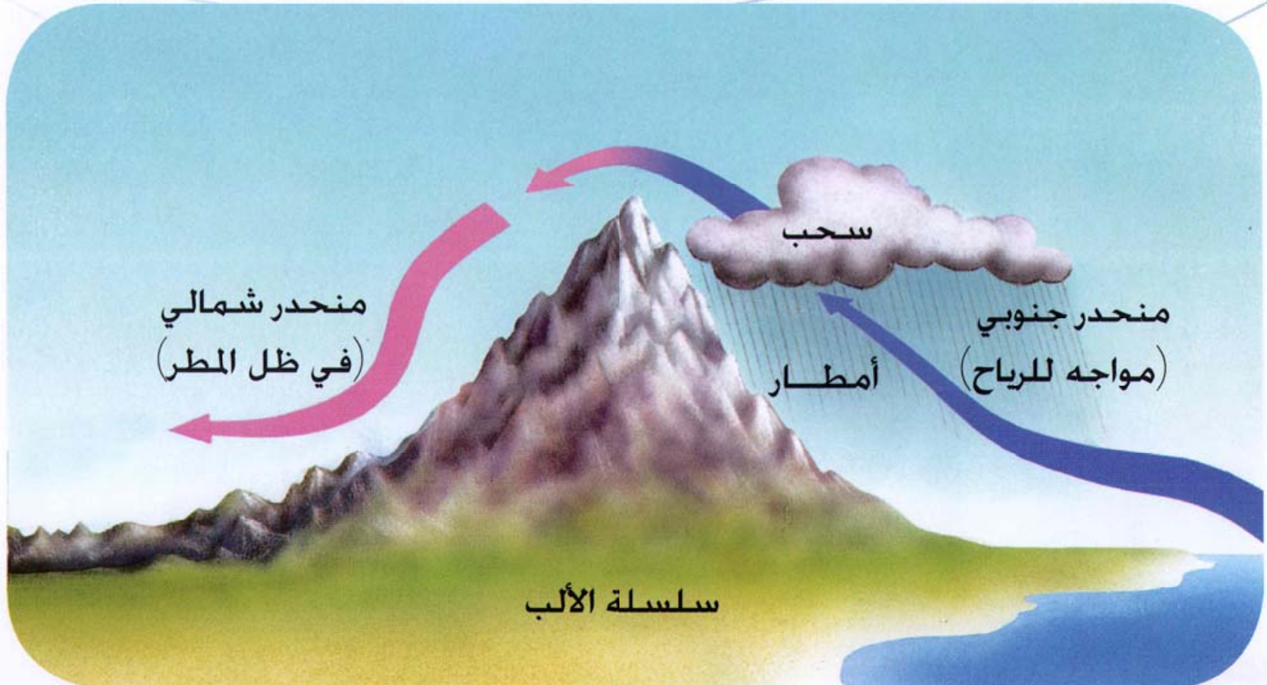
يكون النصف الشمالي في جانفي أبرد من النصف الجنوبي فتنساب من الكتل القاريّة رياح جافة شمال شرقيّة (سهام زرقاء) فتكون الموسميات الجافة. وفي جويلية يعكس الدَّفْقُ و هكذا تسقط الرياح المحيطيّة والمحمّلة بالرطوبة (سهام حمراء) تسقط أمطارها على القارات فتكون موسميّات الصيف.



نسيم البحر ونسيم البر

خلال النهار تسخن اليابسة بصفة أسرع من مياه البحر فينشأ تصاعد يحلّ محلّه الهواء البحري: إنّه نسيم البحر (1). وخلال الليل يبرد البحر بسرعة أقلّ من البر فتنعكس عمليّة جذب الهواء مكوّنة نسيم البرّ (2).





الفوهن

هو ريح جافة وحارّة تنزل منحدرا في ظلّ المطر لجبل ما. يكون الهواء جافا لأنّ رطوبة كتل الهواء قد أفرغت على شكل أمطار على المنحدر المواجه للريح. ويكون حارا لأنّ الهواء الذّي يخترق عرف التضاريس ينضغط فيسخن عند نزوله.

الأعاصير والزوابع

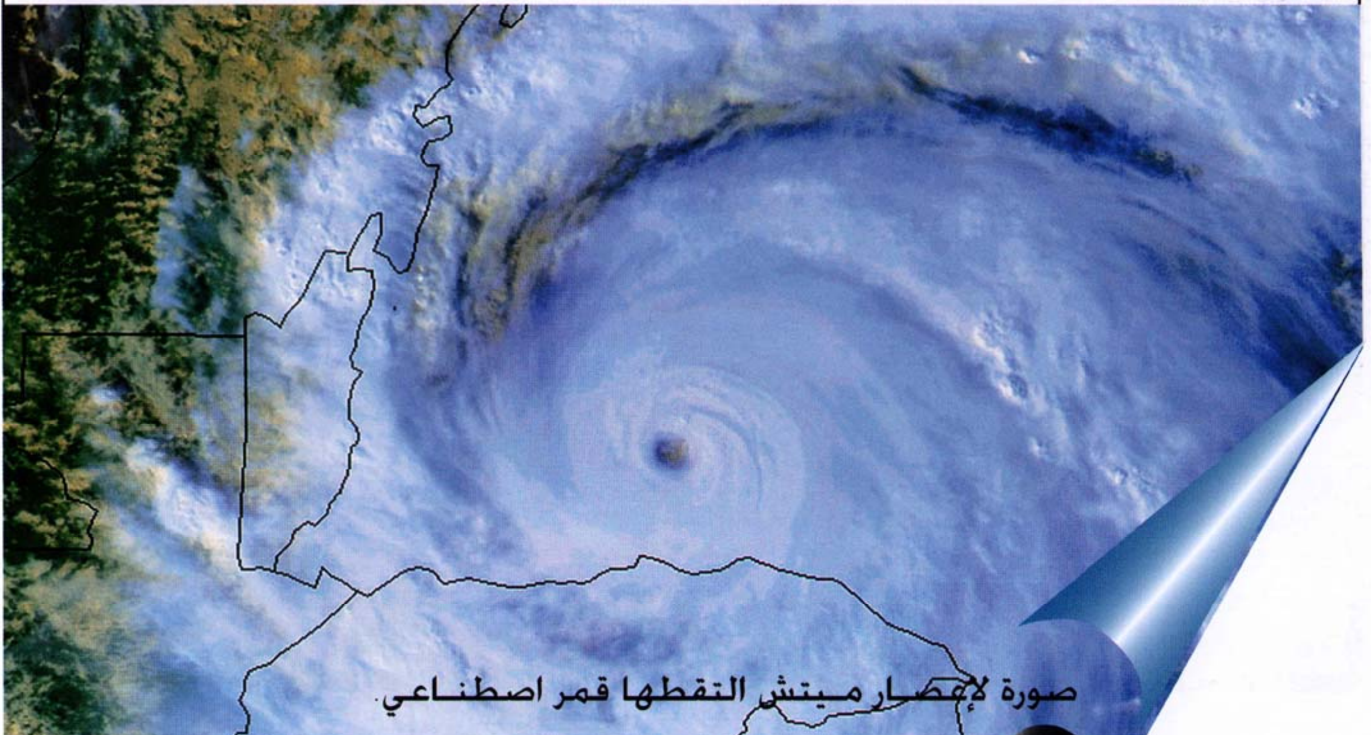
الأعاصير اضطرابات زوبعيّة تتكوّن فوق المياه الحارّة البيمداريّة. تتميّز بمنخفضات جويّة قويّة وأمطار سيُليّة ورياح عاتية تتعدّى سرعتها 118 كلم/س.

أمّا الزوابع فهي ظواهر إرصاديّة محليّة تحدث عندما يُغطّى هواء حار ورطب بسرعة من قبل هواء بارد وجاف. يجذب هذا التباين الحراري الهواء الحار إلى الطبقات العليا وبطريقة دورانيّة. ويتسبب المفعول المزدوج للاختلاف السريع للضغط ولعنف الرياح الصاعدة والتي يمكن أن تبلغ سرعتها 600 كلم/س في أعنف الظواهر الإرصاديّة على سطح الأرض.

زوبعة "عمودية"

يربط "عمود" هذه الزوبعة بالتكساس سطح الأرض (الذّي يقتلع منه أجزاء مختلفة) بالمزن الركامي الموجود فوقا. يتجسّد العمود في تكثّف بخار الماء في الهواء.

تسمح هذه الصورة الملتقطة بواسطة قمر اصطناعي لإعصار يكتسح أمريكا الوسطى في نهاية أكتوبر 1998 بتخيّل حجم الظاهرة: عين مركزيّة محاطة بكتلة سحبيّة دورانيّة يبلغ قطرها حوالي 700 كلم وتنشّطها رياح تتعدّى سرعتها 250 كلم/س ومسقطة أمطارا طوفانيّة. كانت الحصيلة عشرة آلاف قتيل و 14 ألف مفقود وأكثر من مليونين ونصف دون مأوى.



صورة لإعصار ميتش التقطها قمر اصطناعي.

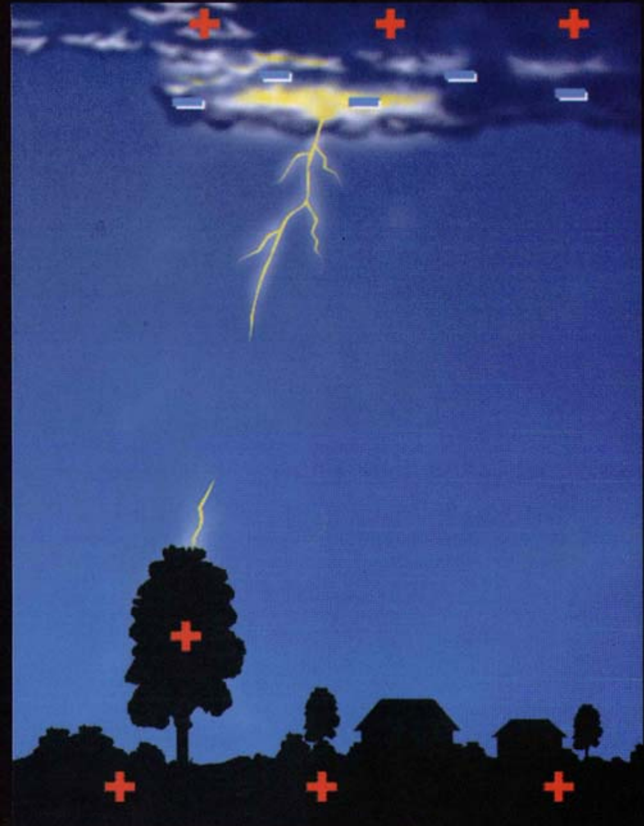


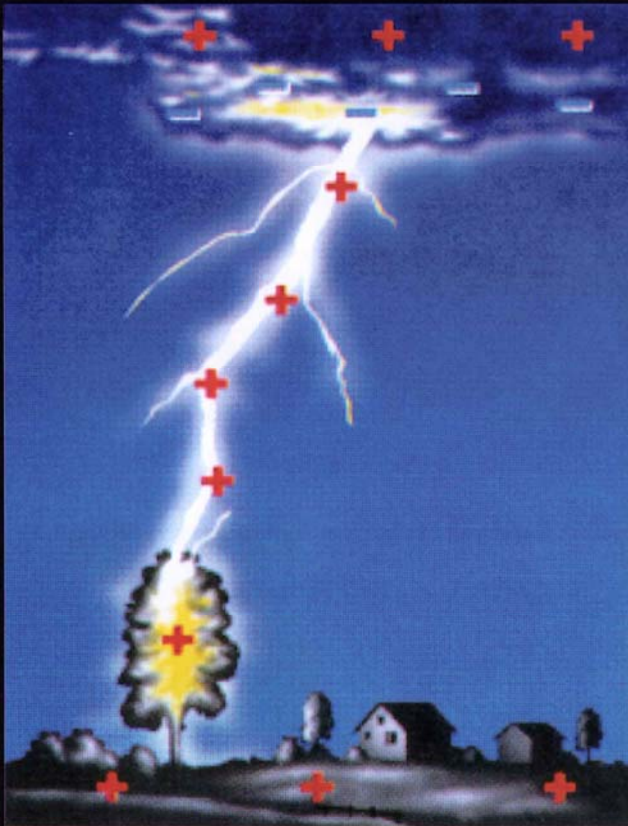
البـــرق

تساوي سرعة الضوء حـــوالي 300000 كـلـم/ث. لذلـك يمكـن أن نقول أنّنا نـرى البرق فـي نفس وقت حدوثـه. تبلغ سـرعة الصـوت فـي الهواء 330 م/ث فيكفـي بالتالي أن نحسـب عـدد الثوانـي التي تفصـل بـين حـدوث البـرق وصوت الرعـد ونضاعفها في حوالي 300 لنعرف المسـافة الّتي تفصلنا عن الزوبعة.

حدوث الصاعقة على سطح الأرض

تتميّز الزوبعة الرعديّة بأمطار غزيرة وبصواعق. يمثّل البرق والرعد على التوالي مظاهرها المرئيّة والمسموعة.
تتمركز الصاعقة بين أسـفل المزن الركامي وأي شـيء (أو أي كائن حيّ) يوجد على سـطح الأرض. عندما تقترب شُحْنة تفريغ كهربائي صغيرة من نقطة ما من سطح الأرض، فإنّ هذه الأخيرة ترسل شحنتها الإيجابية لملاقاتها. وعندما يلتقيـان يَحْدُث البرق الرئيسي أو «خط الرّجوع» مُقِنًّا الشّحنات السلبيّة للسحاب نحو الأرض.





التساقطات

تنشأ التساقطات داخل بعض السحب وخاصة داخل المزن الطبقي والمزن الركامي. إنّ قطيرات الماء التي تُكوّن السحب هي مئات المرّات أصغر من قطرات الماء العادي. لا ينتج المطر عن تجمّع قطيرات الماء العادي. بل عن أصلها كبلّورات من الجليد.

نسمّي القطرات مطرا عندما يكون قطرها أكثر من 0,5 مم، أمّا إذا كان حجمها أقل من 0,5 مم فيكون الرذاذ الذي لا يتأتّى إلا من سحب منخفضة. عند درجة حرارة مائوية أقل من الصفر يمكن لقطرات المطر أن تكون في حالة تسيّل تحت درجة الذوبان، وفي هذه الحالة يتحوّل الماء مباشرة إلى جليد تحت تأثير أبسط الاصطدامات.

مزن ركامي
تكوّن قطيرات وبعض القطرات
تبخّر القطيرات وامتصاصها من طرف القطرات
ثلج ذائب
مطر
ثلج أو برد
ركامي
ظهور قطيرات
تصادم القطيرات وتلاحمها
رقاق الجليد (قطيرات في حالة تسيّل تحت درجة الذوبان)
مطر
< 0.5 مم
طبقي
> 0.5 مم
رذاذ



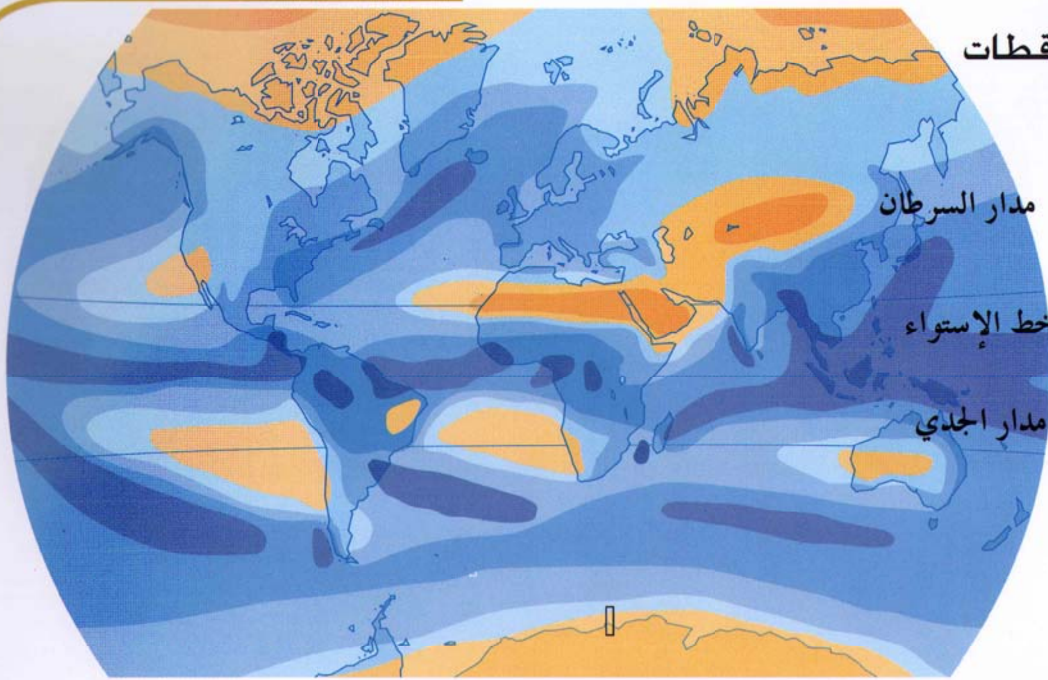
مبدأ تكوّن مختلف أصناف التساقطات

يرتبط نوع التساقطات بنوع السحب في المكان الذّي تتكوّن فيه وبظروف الحرارة المحيطة.

الجمد

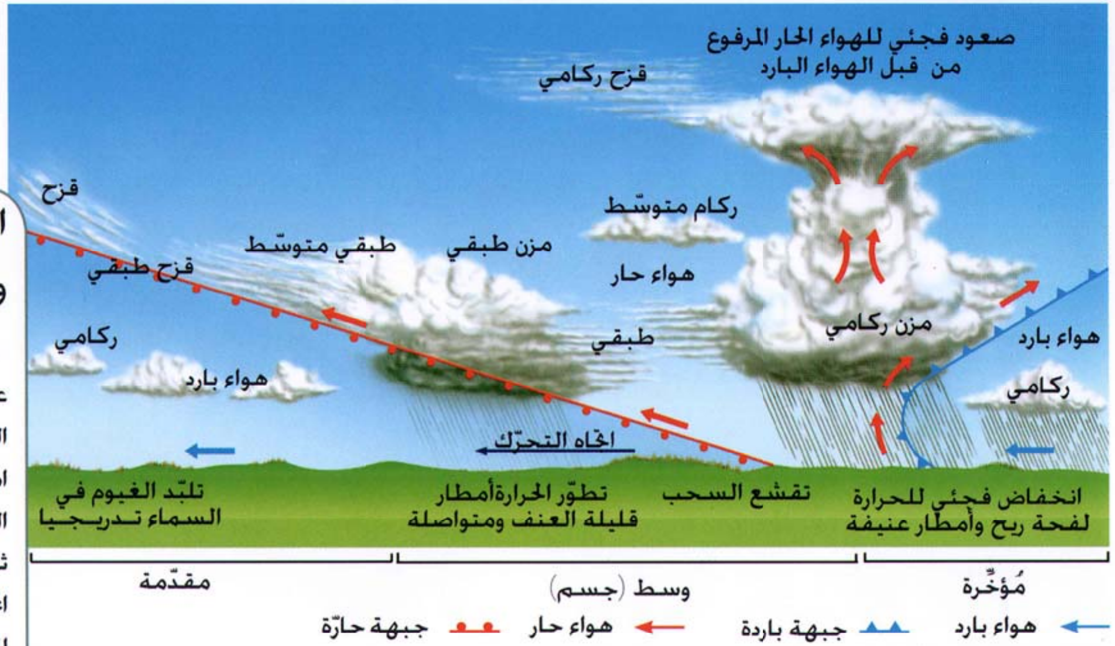
يظهر الصقيع أو الجمد الأبيض فوق أسطح عندما تكون الحرارة على مستوى الأرض منخفضة بما يكفي لتكاثف رطوبة الهواء وتحويل قطيرات الماء إلى جمد.





اضطرابات وجبهات وسحب

يمكن أن يمثّل هذا الرسم مقطعا عرضيّا للاضطراب الموجود في الصورة العليا والملتقطة بواسطة قمر اصطناعي. يوجد الهواء الحار فوق الهواء البارد. و توجد في المقدّمة الجبهة الحارّة؛ ثمّ ترافق التساقطات الرّئيسية والزوابع المحتملة جبهة باردة؛ ثمّ يظهر سماء المؤخّرة التي تشير إلى أنّ الاضطراب قد مرّ وينحصر هذا الأخير عندما يلحق الهواء البارد بالهواء الحار.





المزن الركامي

هذه السحب من صنف المزن الركامي ذات قمم مميّزة وعلى شكل سندان تم تصويرها من المركبة الفضائيّة الأمريكيّة فوق منطقة الجبهة البيمداريّة (إفريقيا الغربيّة).